ing. Ion Mihai ing. Dorin Merişca ing. Eugen Mânzărescu

MANUAL

PENTRU AUTORIZAREA ELECTRICIENILOR INSTALATORI

CENTRUL DE INFORMARE ŞI DOCUMENTARE
PENTRU ENERGETICĂ

ing. Ion Mihai ing. Dorin Merișca ing. Eugen Mânzărescu

MANUAL

PENTRU AUTORIZAREA ELECTRICIENILOR INSTALATORI

CENTRUL DE INFORMARE ȘI DOCUMENTARE
PENTRU ENERGETICĂ

BUCUREȘTI 1995

CUPRINS

CUVÂNT ÎNAINTE 1

DEFINIȚII 3

1. CONSIDERAȚII GENERALE 9

   1.1. INSTALAȚII DE ALIMENTARE ȘI DE UTILIZARE A ENERGIEI ELECTRICE 9

   1.2. DOCUMENTAȚIA TEHNICĂ CE TREBUIE ÎNTOCMITĂ ȘI DEPUSĂ LA FURNIZOR PENTRU INSTALAȚIILE ELECTRICE CE SE RACORDEAZĂ LA REȚELELE SALE 9

2. ORGANIZAREA ȘI DESFĂȘURAREA EXAMENULUI DE AUTORIZARE PENTRU OBȚINEREA CALITĂȚII DE ELECTRICIAN AUTORIZAT 13

   2.1. ORGANIZAREA EXAMENULUI 13

   2.2. CONDIȚII DE ÎNSCRIERE LA EXAMEN 14

   2.3. STUDIILE, PRACTICA ȘI CUNOȘTINȚELE NECESARE PENTRU ÎNSCRIEREA LA EXAMENUL DE AUTORIZARE 14

      2.3.1. CONDIȚII DE STUDII ȘI PRACTICĂ 14

      2.3.2. CUNOȘTINȚELE NECESARE PE GRADE DE AUTORIZARE 16

   2.4. DESFĂȘURAREA EXAMENULUI DE AUTORIZARE 18

   2.5. GRADUL AUTORIZAȚIEI ȘI MODUL DE ELIBERARE 19

3. DREPTURILE ȘI OBLIGAȚIILE ELECTRICIENILOR AUTORIZAȚI 23

4. REEXAMINĂRI, RETRAGERI DE AUTORIZAȚII, SANCȚIUNI 25

   4.1. REEXAMINAREA ELECTRICIENILOR AUTORIZAȚI 25

   4.2 RETRAGEREA TEMPORARĂ SAU DEFINITIVĂ A AUTORIZAȚIILOR (SANCȚIUNI) 25

5. CUNOȘTINȚE MINIMALE DE SPECIALITATE 27

   5.1. DATE ȘI RELAȚII FOLOSITE ÎN ELECTROTEHNICĂ 27

      5.1.1. Tensiuni standardizate 27

      5.1.2. Secțiuni standardizate pentru conductoare și cabluri. Conductoare pentru linii electrice trifazate 27

   5.2. NOȚIUNI ȘI LEGI FUNDAMENTALE DIN ELECTROTEHNICĂ 40

      5.2.1. Intensitate, rezistență 40

      5.2.2. Tensiunea electrică 48

      5.2.3. Legea lui Ohm 49

      5.2.4. Pierderea de tensiune (ΔU) 50

      5.2.5. Legile lui Kirchhoff 52

      5.2.6. Puterea electrică (P) 54

      5.2.7. Pierderea de putere (ΔP) 55

      5.2.8. Randamentul (η) 55

5.2.9. Coeficientul de cerere (Cc) 57
5.2.10. Energie electrică (W) 59
5.2.11. Legea lui Joule-Lenz (Efectul termic al curentului electric) 62
5.3. DETERMINAREA SECȚIUNII CONDUCTOARELOR ELECTRICE 63
5.3.1. Dimensionarea conductoarelor electrice 63
5.3.2. Instalații monofazate 65
5.3.3. Instalații trifazate 68
5.3.4. Determinarea curentului de calcul al secțiunii (Ic) 71
5.3.5. Pentru circuitele electrice 72
5.3.6. Pentru coloanele electrice 74
5.4. PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA BRANȘAMENTELOR, RACORDURILOR, COLOANELOR ȘI FIRIDELOR 75
5.4.1. Elemente de calcul 75
5.4.2. Prescripții de montare 77
5.5. MOTOARE ELECTRICE 78
5.5.1. Motorul electric asincron 79
5.5.2. Motorul asincron monofazat 83
5.5.3. Motorul electric sincron 83
5.5.4. Alegera motoarelor electrice pentru diverse utilizări 84
5.5.6 Proprietățile motoarelor electrice de construcție obișnuită și domeniile principale de folosire 90
5.6. TRANSFORMATOARE DE PUTERE 91
5.7. MUTATOARE ELECTRICE 93
5.8. INSTALAȚII DE CONEXIUNE ȘI DISTRIBUȚIE (CIRCUITE PRIMARE) 94
5.8.1. Amplasarea instalațiilor electrice 94
5.8.2. Scheme de conexiuni 96
5.8.3. Condiții privind instalarea echipamentului electric. Condiții generale 96
5.9. CONTOARE ȘI AGREGATE PENTRU MĂSURAREA ENERGIEI ELECTRICE 99
5.9.1. Măsurarea energiei electrice 99
5.9.2. Determinarea mărimii contoarelor 101
5.9.3. Transformatoare de curent 104
5.9.4. Transformatoare de tensiune 107
5.9.5. Tipuri de contoare 108
5.9.6. Montarea contoarelor 109
5.9.7. Constantele generale ale grupurilor de măsurare a energiei electrice 114
5.9.8. Determinarea puterii medii absorbite de o instalație electrică cu ajutorul contoarului electric 117
5.10. FACTORUL DE PUTERE (COS φ). ÎMBUNĂTĂȚIREA FACTORULUI DE PUTERE. ECHIVALENTUL ECONOMIC AL PUTERII REACTIVE 118
5.10.1. Generalități 118
5.10.2. Îmbunătățirea factorului de putere din instalațiile electrice 124

5.10.3 Echivalentul energetic al puterii reactive 133
5.11. VERIFICAREA ȘI CONTROLUL INSTALAȚIILOR ELECTRICE 135
5.11.1. Verificarea instalațiilor electrice interioare 135
5.11.2. Controlul instalațiilor electrice 138
6. REGLEMENTĂRI PRIVIND RELAȚIILE DINTRE FURNIZOR ȘI CONSUMATORI 139
6.1. PREVEDERI GENERALE 139
6.2. DELIMITAREA INSTALAȚIILOR 140
6.3. CONTRACTAREA ENERGIEI ELECTRICE 141
6.4. REALIZAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE ALIMENTARE ȘI DE UTILIZARE 142
6.5. CONDIȚII TEHNICE ȘI ORGANIZATORICE PRIVIND FURNIZAREA ENERGIEI ELECTRICE 143
6.6. ÎNTRERUPERI ȘI LIMITĂRI ÎN FURNIZAREA ENERGIEI ELECTRICE 145
6.7. ECHIPAMENTE DE MĂSURARE 147
6.8. TARIFAREA ENERGIEI ELECTRICE 147
6.9. FACTURARE ȘI ÎNCASAREA CONTRAVALORII ENERGIEI ELECTRICE LIVRATE 151
7. REGLEMENTĂRI PRIVIND PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE 155
7.1. PREVEDERI GENERALE 155
7.2. AMPLASAREA ELEMENTELOR INSTALAȚIILOR ELECTRICE 155
7.3. CATEGORII DE MEDIU DIN ÎNCĂPERI ȘI SPAȚII 156
7.4. DISTANȚE MINIME 157
7.5. DIMENSIONAREA SECȚIUNII CONDUCTOARELOR ȘI BARELOR 157
7.6. SECȚIUNI MINIME ADMISE 158
7.7. PIERDERI DE TENSIUNE MAXIM ADMISE 158
7.8. CRITERII PRIVIND ALEGEREA SOLUȚIEI DE ALIMENTARE CU ENERGIE ELECTRICĂ A CONSUMATORILOR 159
7.9. TABLOURI DE DISTRIBUȚIE 162
7.10 INSTALAȚII ELECTRICE PENTRU ILUMINAT ȘI PRIZE 163
7.11. INSTALAȚII ELECTRICE DE FORȚĂ 164
7.12. PORNIREA MOTOARELOR ELECTRICE 165
7.13. PROTECȚIA MOTOARELOR ELECTRICE 165
7.14. PROTECȚIA INSTALAȚIILOR ELECTRICE ÎMPOTRIVA SUPRACURENȚILOR 166
7.15. INSTALAȚII ELECTRICE PENTRU FIRME ȘI RECLAME LUMINOASE 168
7.16. INSTALAȚII ELECTRICE DE ȘANTIER 169
7.17. APARATE, ECHIPAMENTE ȘI RECEPTOARE ELECTRICE 170
7.17.1. Condiții de alegere și de montare 170
7.17.2. Aparate de comutație pentru instalații electrice de lumină,prize și sonerii 171

7.18 INSTALAȚII ELECTRICE PENTRU ILUMINATUL DE SIGURANȚĂ 173
7.18.1. Condiții de alimentare și funcționare 173
7.18.2. Ilumintul de siguranță pentru continuarea lucrului 174
7.18.3. Iluminatul de siguranță pentru intervenții 175
7.18.4. Iluminatul de siguranță pentru evacuare 175
7.18.5. Iluminatul de siguranță pentru circulație 175
7.18.6. Iluminatul de siguranță contra panicii 176
7.18.7. Iluminatul de siguranță de veghe 176
7.19. INSTALAȚIA DE CONDENSOARE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA FACTORULUI DE PUTERE 176
7.20. INSTALAȚIILE ELECTRICE DIN ÎNCĂPERILE PENTRU BATERII STABILE DE ACUMULATOARE 177
7.21. INSTALAȚIILE ELECTRICE PENTRU INSTALAREA POMPELOR ȘI ROBINETELOR DE INCENDIU 178
7.22. MATERIALE FOLOSITE PENTRU CONDUCTOARE ELECTRICE 179
8. MĂSURI DE SECURITATE A MUNCII 181
8.1. ATINGERI DIRECTE 181
8.2. ATINGERI INDIRECTE 185
8.3. TENSIUNEA DE PAS 186
8.4. MIJLOACE DE BAZĂ PENTRU EVITAREA ACCIDENTELOR 187
8.5. PROTECȚIA PRIN LEGAREA LA PĂMÂNT 188
8.6. PROTECȚIA PRIN LEGAREA LA NUL 189
8.7. MĂSURAREA REZISTENȚEI ELECTRICE A PRIZELOR DE PĂMÂNT 192
8.8. NORME OBLIGATORII DE SECURITATE A MUNCII LA EXECUTAREA DE LUCRĂRI ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE 195
8.8.1. Generalități 195
8.8.2. Lucrări în rețelele aeriene 196
8.8.3. Lucrări la tablourile de comandă 197
8.8.4. Lucrări la motoare și generatoare electrice 197
8.8.5. Măsuri ce trebuie luate la executarea branșamentelor aeriene 197
8.8.6. Măsuri ce trebuie luate la executarea branșamentelor subterane 198
8.8.7. Mijloace individuale de protecție 199
8.8.8. Mijloace și scule electroizolante 200
8.8.9. Îngrădiri și plăci avertizoare 202
8.8.10. Verificarea periodică a mijloacelor de protecție 203
8.9. MĂSURI DE SECURITATE A MUNCII LA EXECUTAREA DE LUCRĂRI LA FIRIDE ȘI LA MONTAREA CONTOARELOR 203
8.10 ACORDAREA PRIMULUI AJUTOR ÎN CAZ DE ELECTROCUTARE 205
8.10.1. Scoaterea accidentatului de sub tensiune 205
8.11. TRUSA SANITARĂ DE PRIM AJUTOR 209

9. PROBLEME DE EXAMEN 211
9.1. REGULAMENTUL PENTRU FURNIZAREA ȘI UTILIZAREA ENERGIEI ELECTRICE (APROBAT PRIN HG236/1993) 211
9.2. PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE CU TENSIUNI DE PÂNA LA 1000 VC.A și 1500 VC.C. 227
9.3. NORME DE SECURITATE A MUNCII ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE 247
9.4. PROBLEME REZOLVATE 258
ANEXA 1 DISTANȚE MINIME ÎNTRE ELEMENTELE INSTALAȚIEI ELECTRICE ȘI DE LA ACESTEA PÂNĂ LA ELEMENTELE ALTOR INSTALAȚII SAU ELEMENTE DE CONSTRUCȚIE 291
ANEXA 2 SECȚIUNI MINIME ADMISIBILE LA CONDUCTOARELE MONTATE ÎN EXTERIOR PE PEREȚII CLĂDIRILOR 293
ANEXA 3 SECȚIUNILE MINIME ADMISE PENTRU CONDUCTOARELE UTILIZATE ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE DIN INTERIORUL CLĂDIRILOR 294
ANEXA 4 CURENȚI MAXIMI ADMISIBILI ÎN REGIM PERMANENT LA CONDUCTOARELE NEIZOLATE, LIBERE ÎN AER 297
ANEXA 5 CURENȚI MAXIMI ADMISIBILI ÎN REGIM PERMANENT LA CONDUCTOARELE IZOLATE 299
ANEXA 6 CURENȚI MAXIMI ADMISIBILI ÎN REGIM PERMANENT LA CONDUCTOARE DIN CUPRU CU IZOLAȚIE ȘI MANTA DE *P.V.C.* SAU CAUCIUC, ÎN EXECUȚIE UȘOARĂ, MEDIE SAU GREA, PENTRU INSTALAȚII ELECTRICE MOBILE, MONTATE ÎN AER 300
ANEXA 7 COEFICIENȚII DE CORECȚIE A CURENȚILOR MAXIMI ADMISIBILI ÎN CONDUCTOARE, ÎN FUNCȚIE DE TEMPERATURA MEDIULUI AMBIANT 301
ANEXA 8 DIAMETRE INTERIOARE ȘI EXTERIOARE ALE TUBURILOR ȘI ȚEVILOR FOLOSITE ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE 302
ANEXA 9 GRADUL DE PROTECȚIE (I.P.) MINIM ADMIS ÎN FUNCȚIE DE CATEGORIA ÎN CARE SE ÎNCADREAZĂ ÎNCĂPEREA, SPAȚIUL SAU LOCUL 304
ANEXA 10 DISTANȚE ÎNTRE CONDUCTELE ELECTRICE ȘI ELEMENTELE DE PE TRASEU 305
ANEXA 11 DISTANȚA ÎNTRE PUNCTELE DE FIXARE

PE PORȚIUNILE DREPTE ALE TRASEULUI
TUBURILOR ȘI ȚEVILOR 306
ANEXA 12 FORMULAR TIP DE CERERE PENTRU
ÎNSCRIEREA CANDIDAȚILOR LA EXAMENUL DE AUTORIZARE 307
ANEXA 13 FIȘĂ INDIVIDUALĂ 308
ANEXA 14 DECLARAȚIE 309
ANEXA 15 SCHIȚE DE AMPLASAMENT PENTRU
INSTALAȚII PROIECTATE ȘI EXECUTATE
DE INSTALATORI AUTORIZAȚI 310
ANEXA 16 PRINCIPALELE PRESCRIPȚII TEHNICE
LEGATE DE PROIECTAREA ȘI EXECUȚIA
INSTALAȚIILOR ELECTRICE 317

CUVÂNT ÎNAINTE

Sfârșitul de secol și de mileniu cunoaște o adevărată revoluție a științelor și tehnicii, ale căror rezultate nu se mai pot însuși numai printr-o instrucție clasică, pe lângă aceasta fiind necesară și o permanentă însușire și prelucrare a informațiilor și rezultatelor nou apărute.

Aprofundarea și completarea cunoștințelor profesionale de specialitate se realizează prin diverse modalități și mijloace de perfecționare, schimburi de experiență, conferințe și simpozioane pe teme de specialitate etc. Dar modul cel mai eficient de instruire și lărgire a bagajului de cunoștințe rămâne, fără îndoială, studiul individual. Perfecționarea pregătirii profesionale a fiecărui specialist este un proces continuu.

Prezentul manual constituie un prețios sprijin atât pentru cei ce doresc să obțină atestarea ca electrician instalator autorizat, cât și pentru alte categorii de specialiști, a căror activitate se desfășoară în domeniul energeticii.

Manualul își propune să răspundă unor cerințe stringente și actuale, apărute atât ca urmare a îmbogățirii legislației din sfera producerii și utilizării energiei electrice, cât și datorită epuizării lucrării "Îndreptarul pentru autorizarea electricienilor", apărută în 1973.

Manualul de față este singura lucrare alcătuită în conformitate cu legislația în vigoare, având în vedere în mod deosebit prevederile din "Regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice", aprobat prin H.G. nr. 236/1993, și din "Normativul pentru proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 Vca și 1500 Vcc - I7 - 91".

Autorii adresează, și pe această cale, mulțumiri domnilor ingineri specialiști Viru Chiscăneanu și Victor Mirea, referenții acestei lucrări, pentru propunerile și sugestiile făcute, care au contribuit la sistematizarea materialului și la îmbogățirea conținutului tehnic și științific al acestui manual.

Autorii

DEFINIȚII

În această lucrare, în afara cazurilor în care se prevede altfel, prin termenii menționați în continuare, în ordine alfabetică, se înțelege:

-Alimentare de bază cu energie electrică: este instalația prin care se asigură funcționarea receptoarelor electrice ale unui consumator, în regim normal.

-Autoproducător: agent economic care, în afara activității sale de bază, își produce singur energia electrică de care are nevoie. Pe bază de contract poate, eventual, livra în rețeaua publică sau unor consumatori surplusul de energie electrică pe care îl are în anumite situații.

-Avarie (sau situație de avarie): evenimentul sau succesiunea de evenimente deosebite care are loc la un moment dat într-un obiectiv, zonă de sistem, sau în sistemul energetic în ansamblu și care are drept consecință reducerea siguranței de funcționare a sistemului energetic național, deteriorări importante de echipamente, întreruperi în furnizarea de energie electrică pe durate ce depășesc prescripțiile în vigoare.

- Aviz de racordare: avizul scris care se dă unui consumator de către Regia Autonomă de Electricitate -RENEL- sau de către unitățile sale furnizoare privind posibilitățile și condițiile de alimentare cu energie electrică din sistemul energetic național (SEN).

-Branșament: circuit electric care face legătura între rețeaua de joasă tensiune a furnizorului și instalația de utilizare a consumatorului, prin care acestuia i se furnizează energia electrică.

-Centrală electrică: ansamblu de instalații și construcții care participă la producerea energiei electrice.

-Centrală termoelectrică: centrala electrică în care energia chimică a combustibililor fosili, solizi, lichizi sau gazoși este transformată în energie electrică.

-Centrală interconectată: centrală electrică aparținând unui consumator, conectată la rețeaua furnizorului, care debitează energie electrică la parametrii funcționali ai sistemului energetic.

-Centrală racordată: centrală electrică aparținând unui consumator care nu funcționează interconectată și care asigură energie electrică numai pentru o parte din instalația sa de utilizare, separată electric de restul instalației de utilizare ce este alimentată din rețeaua furnizorului.

-Centrală izolată: centrală electrică aparținând unui consumator care nu este interconectată sau racordată.

-Coloană electrică: circuitul electric care alimentează un tablou de distribuție.

-Coloană electrică magistrală: coloana care alimentează pe parcursul ei două sau mai multe tablouri de distribuție montate în derivație.

-Coloană electrică colectivă: coloana din care se alimentează mai mulți consumatori.

-Coloană electrică individuală: coloana care servește pentru alimentarea unui singur consumator.

-Coeficient de cerere (Cc): mărimea care se determină cu relația:

$$C_c = \frac{C_s \cdot C_i}{\eta_m \cdot \eta_r},$$

în care:

C_s-este coeficientul de simultaneitate;

C_i -coeficientul de încărcare;

η_m -randamentul mediu al receptoarelor consumatorului;

η_r -randamentul mediu al rețelei de alimentare.

-Coeficient de simultaneitate: raportul dintre suma puterilor nominale ale receptoarelor consumatorului care funcționează simultan și suma puterilor nominale ale tuturor receptoarelor consumatorului respectiv.

-Coeficient de încărcare pentru un consumator sau pentru un receptor: raportul dintre puterea reală consumată și puterea nominală (instalată) a consumatorului sau a receptorului respectiv.

-Consumator: persoana fizică sau juridică ale cărei instalații electrice de utilizare sunt conectate la rețeaua furnizorului prin unul sau mai multe puncte de alimentare, prin care primește și se livrează (dacă are centrală proprie interconectată) energie electrică.

-Consumator casnic: consumatorul care folosește energia electrică pentru iluminat și pentru receptoarele electrocasnice necesare propriei gospodării.

-Consumatori industriali și similari: consumatorii care folosesc energia electrică, in principal, în domeniul extragerii de materii prime, fabricării unor materiale sau prelucrării materiilor prime, a materialelor sau a unor produse agricole și transformarea lor în mijloace de producție sau bunuri de consum. Prin asimilare, șantierele de construcții, stațiile de pompare, inclusiv cele pentru irigații, unitățile de transporturi feroviare, rutiere, navale, aeriene și altele asemenea se consideră consumatori industriali.

-Consumatori terțiari: restul consumatorilor, în afara consumatorilor casnici și a celor industriali și similari.

-Contract: înțelegere scrisă, între furnizor și consumator, care reglementează drepturile și obligațiile reciproce privind furnizarea și, respectiv, consumarea energiei electrice.

-Curbă de consum: diagrama puterilor orare realizate de către un consumator în perioada unei zile calendaristice.

-Curbă de sarcină: diagrama puterilor orare rezultată prin însumarea a două sau mai multe curbe de consum.

-Curbă de sarcină a unui sistem energetic: diagrama rezultată prin însumarea curbelor de consum ale tuturor consumatorilor din sistemul energetic respectiv, inclusiv a consumurilor tehnologice din rețelele și centralele electrice, precum și diagrama puterilor orare intrate și ieșite din rețeaua sistemului energetic respectiv, preluate din alte sisteme sau surse energetice.

-Disjunctor: întrerupător automat de tip electromagnetic, reglabil și sigilabil la puterea contractată de consumator, care deconectează automat la depășirea puterii contractate, dar care poate fi reconectat de către consumator după reducerea puterii consumate sub nivelul celei contractate. Disjunctorul permite în același timp separarea rapidă și sigură a instalațiilor de utilizare în caz de defect.

-Echipament de măsurare: aparatura și ansamblul instalațiilor care servesc la măsurarea puterii și energiei electrice furnizate unui consumator sau livrate de către acesta în sistemul energetic, în vederea facturării.

-Factor de putere: raportul dintre puterea activă exprimată în kW și puterea aparentă exprimată în kVA.

-Firidă de branșament: componentă a branșamentului prin care se realizează conexiunea între instalațiile de alimentare și coloanele electrice și unde se montează aparatele de protecție a coloanelor electrice la suprasarcină. Firidele pot fi principale, secundare sau individuale.

-Firidă principală: are rolul de nod energetic pentru manevre de întrerupere și comutație, face legătura între instalațiile de alimentare și coloanele electrice colective sau individuale și are montată protecția la scurtcircuit a coloanelor electrice.

-Firidă secundară: are rolul de legătură între coloana electrică colectivă și coloanele electrice individuale de abonați, de protecție la scurtcircuit a coloanelor electrice individuale.

-Firidă individuală: are rolul de legătură între instalația de alimentare și coloanele electrice colective sau individuale, precum și de protecție la scurtcircuit a coloanelor electrice.

-Furnizor: unitate din subordinea Regiei Autonome de Electricitate (RENEL), a cărei activitate de bază este livrarea energiei electrice către consumator.

-Instalație de alimentare (branșament -la joasă tensiune și racord- la medie și înaltă tensiune): instalația electrică prin care se face legătura dintre rețeaua furnizorului în punctul de racord și instalația consumatorului în punctul de delimitare. Instalația de alimentare aparține furnizorului.

-Instalație de utilizare: ansamblul instalațiilor electrice, inclusiv receptoarele de energie electrică aparținînd consumatorului, situat în aval de punctul de delimitare.

-Întrerupător general: întrerupătorul montat pe coloana de alimentare a unui tablou electric.

-Loc de consum: instalațiile de utilizare ale unui consumator, inclusiv și eventual cele ale subconsumatorilor săi, situate în unul sau mai multe amplasamente, dar conectate între ele prin rețeaua electrică a consumatorului.

-Mare consumator: consumator cu o putere contractată de 100 kW sau mai mare.

-Mic consumator: consumator a cărui putere contractată este mai mică de 100 kW.

-Ore de vârf ale sistemului energetic național: orele în care se realizează, pe sistemul energetic național, cel mai mare consum de energie electrică din cursul unei zile calendaristice.

-Perioadă de consum: timpul, determinat în zile, dintre două date calendaristice, care se iau în considerare pentru facturarea consumului de energie electrică.

-Punct de delimitare: locul în care instalația de utilizare este conectată la rețeaua de distribuție a furnizorului.

-Putere contractată: puterea maximă, stabilită prin contract indiferent de ora de consum, pe care consumatorul nu are dreptul să o depășească.

-Putere la orele de vârf: puterea stabilită prin contract pentru orele de vârf, pe care consumatorul nu are voie să o depășească în aceste ore.

-Putere instalată: suma puterilor nominale ale receptoarelor electrice ale unui consumator.

-Putere minimă de avarie: puterea strict necesară consumatorului pentru menținerea în funcțiune a agregatelor care condiționează securitatea instalațiilor și a personalului.

-Putere minimă tehnologică: cea mai mică putere -în regim de limitări- necesară unui consumator pentru menținerea în funcțiune, în condiții de siguranță, numai a acelor echipamente și instalații impuse de procesul tehnologic, pentru a evita pierderi de producție nerecuperabile.

-Racord: ansamblul instalației care face legătura între rețeaua furnizorului de medie sau de înaltă tensiune și instalația de utilizare, prin care se furnizează energie electrică consumatorului.

-Receptor electric: element de circuit care consumă energie electrică.

-Rețeaua furnizorului: instalație de distribuție a energiei electrice aparținând furnizorului, la care se conectează racordurile și branșamentele pentru alimentarea consumatorilor.

-Sistem paușal: modul de stabilire a consumului de energie electrică în funcție de puterea instalată și de numărul orelor de utilizare a receptoarelor electrice.

-Stabilitate dinamică: capacitatea unui element conductor electric sau a unui receptor electric de a suporta efectul electrodinamic al unui curent de scurtcircuit, fără să-și modifice calitățile funcționale ale parametrilor de fabricație.

-Stabilitate termică: capacitatea unui element conductor electric sau a unui receptor electric de a suporta efectul termic al unui curent electric în regim permanent sau de scurtcircuit, fără a depăși temperatura admisă corespunzătoare regimului respectiv.

-Subconsumator: persoana fizică sau juridică ale cărei instalații electrice sunt racordate la instalațiile unui consumator.

-Tablou de distribuție: instalația electrică din care se alimentează direct circuite sau receptoare electrice.

-Tablou general de distribuție: tabloul electric racordat direct la rețeaua furnizorului de energie electrică, prin care se distribuie energia electrică la alte tablouri de distribuție sau care alimentează direct anumite receptoare ale consumatorului.

-Tablou principal de distribuție: tabloul electric alimentat dintr-un tablou general și care distribuie energia electrică la tablouri secundare sau direct la anumite receptoare ale consumatorului.

1. CONSIDERAȚII GENERALE

1.1. INSTALAȚII DE ALIMENTARE ȘI DE UTILIZARE A ENERGIEI ELECTRICE

Alimentarea cu energie electrică a consumatorilor se asigură de către unitățile furnizoare ale Regiei Autonome de Electricitate (RENEL)*, denumite în cele ce urmează furnizori, prin branșamente electrice, executate din rețeaua electrică de distribuție de joasă tensiune a furnizorului, când consumatorii solicită puteri electrice de importanță redusă, sau prin racorduri electrice, executate din rețeaua electrică de distribuție de medie sau de înaltă tensiune a furnizorului, cu instalarea de posturi și stații de transformare la consumatori, când aceștia solicită puteri electrice mari, care nu pot fi preluate din rețeaua electrică de distribuție de joasă tensiune.

Branșamentele și racordurile electrice asigură alimentarea cu energie electrică a ansamblului instalațiilor electrice aparținînd consumatorilor.

În punctul de racordare a celor două instalații, cea de alimentare cu cea de utilizare, denumit punct de delimitare, deoarece delimitează cele două instalații din punctul de vedere al proprietății (furnizor și consumator) și deci al răspunderii de exploatare și întreținere, se montează "echipamentul de măsurare" a energiei electrice furnizate. În unele cazuri speciale, în care echipamentul de măsurare nu se poate monta exact în punctul de delimitare, la facturarea energiei electrice, dacă este cazul, se face corectarea consumului înregistrat.

1.2. DOCUMENTAȚIA TEHNICĂ CE TREBUIE ÎNTOCMITĂ ȘI DEPUSĂ LA FURNIZOR PENTRU INSTALAȚIILE ELECTRICE CE SE RACORDEAZĂ LA REȚELELE SALE

Înainte de începerea oricăror lucrări de instalații electrice (instalații noi, măriri, separări), beneficiarul acestora este obligat să ceară în scris la furnizor, la rețelele căruia se vor racorda instalațiile, aprobarea pentru începerea lucrării.

Cererea se face prin electricianul autorizat care asigură proiectarea și execuția lucrării.

Pentru instalațiile de alimentare, potrivit reglementărilor în materie, există unități de specialitate, "atestate" să execute asemenea lucrări. Atestarea în acest scop se face de către RENEL, la propunerea furnizorului.

Ca urmare, instalaţiile de alimentare şi de utilizare a energiei electrice se pot realiza fie de o unitate specializată, dacă aceasta este atestată şi pentru instalaţii de alimentare, fie separat, întâi instalaţia de utilizare şi apoi instalaţia de alimentare, de către unitatea atestată.

Documentaţia tehnică ce trebuie întocmită şi avizele necesare ce trebuie obţinute de electricianul autorizat care execută sau conduce lucrarea se referă la cele patru faze principale prin care trece realizarea unei lucrări complete de alimentare şi utilizare a energiei electrice, şi anume:

-obţinerea avizului de racordare;

-cererea de execuţie a instalaţiei de alimentare şi utilizare;

-proiectarea instalaţiei de alimentare şi utilizare;

-executarea acestor instalaţii, recepţia şi punerea în funcţiune.

Consumatorii de energie electrică, cu excepţia consumatorilor casnici, au obligaţia de a obţine, înainte de a începe proiectarea instalaţiei de utilizare, avizul de racordare de la furnizorul de energie electrică. Pentru consumatorii casnici avizul de racordare se consideră obţinut în momentul aprobării cererii de alimentare cu energie electrică.

Pentru obţinerea avizului de racordare, electricianul autorizat depune la furnizor o cerere şi un desen de amplasament al instalaţiei de utilizare, din care să rezulte:

-adresa viitorului consumator;

-puterea totală instalată;

-puterea maximă absorbită;

-tensiunea de utilizare;

-factorul de putere;

-regimul de lucru (numărul de schimburi);

-consumul lunar apreciat de energie electrică.

Pe baza acestor date şi ţinând seama de posibilităţile existente, furnizorul, prin avizul de racordare, stabileşte soluţia de alimentare şi precizează punctul de racordare a noii instalaţii din reţeaua de distribuţie.

După obţinerea avizului de racordare, se depune la furnizor cererea de executare a instalaţiilor de alimentare şi de utilizare, la care se anexează documentaţia cerută prin instrucţiunile RENEL.

Instalaţiile de alimentare cu energie electrică a consumatorilor se proiectează şi se execută de personal autorizat prin unităţi specializate, atestate de RENEL. Prin excepţie, coloanele şi cofretul general de la blocurile de locuinţe pot fi proiectate şi executate şi de alţi agenţi economici care au electrician autorizat, pe baza documentaţiei avizate de furnizor.

Pentru realizarea racordurilor şi branşamentelor electrice, viitorii consumatori vor pune la dispoziţia furnizorului, în afară de avizul de racordare,

și acordurile definitive ale deținătorilor de teren sau alte proprietăți de pe traseul acestora și vor achita taxa de racordare stabilită conform reglementărilor în vigoare.

Urmează executarea instalațiilor de alimentare și de utilizare.

Electricianul autorizat are obligația să urmărească executarea lucrărilor cu respectarea reglementărilor tehnice din documentația preliminară, să verifice instalațiile executate, iar la terminarea lucrărilor să depună la furnizor un dosar tehnic întocmit în conformitate cu instrucțiunile în vigoare, cu toate buletinele de verificare necesare.

Punerea sub tensiune a instalației consumatorului se va efectua, după încheierea contractului de furnizare a energiei electrice, numai de către furnizor, în prezența beneficiarului și a electricianului autorizat. Executantul va prezenta atestarea în scris că s-au efectuat, în prealabil, toate verificările tehnice necesare și că instalația corespunde normelor, prescripțiilor și normativelor în vigoare.

Furnizorul are dreptul să verifice prin sondaj instalația executată. În cazul în care se constată deficiențe, se stabilesc de către furnizor lista de remedieri și termenele aferente, cu suportarea de către executant a penalizărilor pentru nerespectarea termenului de punere în funcțiune și a taxelor suplimentare de reverificare.

2. ORGANIZAREA ȘI DESFĂȘURAREA EXAMENULUI DE AUTORIZARE PENTRU OBȚINEREA CALITĂȚII DE ELECTRICIAN AUTORIZAT

Calitatea de electrician autorizat se obține în baza unui examen care se desfășoară în conformitate cu instrucțiunile de autorizare elaborate de Regia Autonomă de Electricitate -RENEL.

Prin electrician autorizat se înțelege persoana care, în urma susținerii și promovării examenului prevăzut la art. 107 din RFUEE, a obținut autorizarea de a proiecta, conduce, supraveghea, executa și verifica lucrări de instalații de alimentare și de utilizare a energiei electrice și de a întocmi documentațiile necesare pentru aceste lucrări.

Obținerea și menținerea calității de electrician autorizat impun parcurgerea următoarelor etape:

- autorizarea provizorie;
- autorizarea definitivă, după doi ani;
- vizarea periodică, din doi în doi ani, a carnetului de electrician autorizat.

2.1. ORGANIZAREA EXAMENULUI

Filialele de rețele electrice programează și organizează anual două sesiuni de examene penbtru obținerea calității de electrician autorizat.

Anunțarea da.ei de susținere a examenului se face de către fiecare filială de rețelele electrice cu 30 de zile înainte, prin mijloace adecvate (afișaj la sediul filialei, anunțuri în presa locală, scrisori trimise marilor consumatori și altor agenți economici interesați).

Comisia de examinare se numește prin decizie a conducerii filialei de rețele electrice organizatoare și este compusă din:

* Președinte: - directorul tehnic cu probleme de furnizare a energiei electrice

* Membrii: - un inginer cu experiență din cadrul filialei de rețele electrice organizatoare

- un inginer din cadrul Inspecției de Stat în Construcții, Lucrări Publice, Urbanism și Organizarea Teritoriului a județului.

* Secretar: - o persoană din cadrul compartimentului de furnizare a energiei electrice de la filială.

În vederea creșterii gradului de exigență și a calității examenului de autorizare, Direcția Generală de Transport și Distribuție a Energiei Electrice -DGTDEE- din cadrul RENEL, care coordonează activitatea filialelor de rețele electrice, va participa cu delegat în comisia de examinare, în calitate de președinte, pentru gradele III și IV, iar pentru celelalte grade numai prin sondaj.

2.2. CONDIȚII DE ÎNSCRIERE LA EXAMEN

Documentul care atestă calitatea de electrician autorizat poate fi obținut numai de persoanele care au diplomă de inginer, subinginer, maistru, tehnician sau muncitor calificat electrician.

Candidații care îndeplinesc condițiile de studiu și de practică, precizate în subcapitolul 2.3., vor completa dosarul de înscriere cu următoarele documente:

- cerere de înscriere (anexa 12);
- fișa individuală (anexa 13);
- declarație tipizată (anexa 14).

Dosarul împreună cu chitanța de achitare a taxei de examen se depun la secretariatul comisiei de examen constituită în cadrul filialei de rețele electrice care organizează examenul până cel mai târziu prima zi de examen, când se ține proba scrisă.

În cererea de înscriere candidații vor menționa: adresa, locul de muncă și funcția, datele din buletinul de identitate, gradul autorizației pentru care se înscrie la examen, și vor anexa acesteia următoarele:

- actele de atestare a studiilor absolvite și a activităților desfășurate (în copii);
- o fișă în care se vor enumera funcțiile deținute și principalele lucrări efectuate în sectorul energetic;
- două fotografii recente, tip buletin de identitate.

Candidații care se înscriu pentru definitivarea autorizației provizorii vor anexa la cererea de înscriere la examen autorizația provizorie și fișa cu enumerarea atribuțiilor îndeplinite în ultima vreme, menționând și principalele lucrări efectuate.

2.3. STUDIILE, PRACTICA ȘI CUNOȘTINȚELE NECESARE PENTRU ÎNSCRIEREA LA EXAMENUL DE AUTORIZARE

2.3.1. CONDIȚII DE STUDII ȘI PRACTICĂ

În funcție de studiile absolvite și de activitatea practică desfășurată se pot înscrie la examenul pentru obținerea calității de electrician autorizat următoarele categorii de personal:

a) *inginerii cu diplomă* ai facultăţilor care au avut în program cursuri în care s-au tratat probleme privind reţelele (linii şi staţii) de transport de energie electrică sub înaltă tensiune şi care au o practică de cel puţin un an în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

b) *inginerii cu diplomă* ai facultăţilor cu specialitatea instalaţii electrice, care au o practică de cel puţin doi ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

c) *inginerii cu diplomă de inginer instalator*, cu o practică de cel puţin un an în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

d) *inginerii cu alte diplome decât cele menţionate la literele a), b) şi c)*, cu o practică de cel puţin trei ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

e) *absolvenţii facultăţilor* care au avut în program cursuri în care s-au tratat şi dezvoltat probleme privind reţelele de transport de energie electrică de înaltă tensiune, care au o practică de cel puţin doi ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

f) *absolvenţii facultăţilor* de instalaţii electrice, care au o practică de cel puţin trei ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

g) *absolvenţii facultăţilor de ingineri instalatori* cu o practică de cel puţin doi ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

h) *absolvenţii facultăţilor de inginerie de alte specialităţi decât cele menţionate la lit. e), f) şi g)*, cu o practică de cel puţin trei ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

i) *absolvenţii facultăţilor sau colegiilor de subingineri şi ai şcolilor analoage, ai liceelor industriale, ai şcolilor medii tehnice şi ai şcolilor tehnice de maiştrii, cu specialitatea reţele şi staţii electrice*, cu o practică de cel puţin trei ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

j) *absolvenţii facultăţilor sau colegiilor de subingineri şi ai şcolilor analoage, ai liceelor industriale, ai şcolilor medii tehnice şi ai şcolilor medii tehnice de maiştrii*, cu specialitatea maşini şi aparate electrice, cu o practică de cel puţin patru ani în proiectarea, construcţia sau exploatarea instalaţiilor de distribuţie sau de utilizare a energiei electrice;

k) *absolvenţii facultăţilor sau colegiilor de subingineri şi ai şcolilor analoage, ai liceelor industriale, ai şcolilor medii tehnice şi ai şcolilor tehnice de maiştrii*, de alte specialităţi decât cele prevăzute la literele i) şi j), cu o practică de cel puţin cinci

ani în proiectarea, construcția sau exploatarea instalațiilor de distribuție sau de utilizare a energiei electrice;

l) *absolvenții școlilor profesionale de rețele și stații electrice*, cu o practică de cel puțin trei ani în proiectarea, construcția sau exploatarea instalațiilor de distribuție sau de utilizare a energiei electrice;

m) *absolvenții școlilor profesionale cu specializarea de electrician*, cu o practică de cel puțin cinci ani în construcția sau exploatarea instalațiilor de distribuție sau de utilizare a energiei electrice;

n) *absolvenții liceelor teoretice*, cu o practică de cel puțin cinci ani în proiectarea, construcția sau exploatarea instalațiilor de distribuție sau de utilizare a energiei electrice și care au totodată și calitatea de tehnician.

2.3.2. CUNOȘTINȚELE NECESARE PE GRADE DE AUTORIZARE

Pentru gradul I

- *Mărimi și unități de măsură* în sistemele internaționale-S.I.
- *Noțiuni de electrostatică:* sarcini electrice, câmp electrostatic, inducția electrică, potențialul electrostatic, capacitate electrică, condensatoare electrice
- *Electrocinetică:* curentul continuu, curentul alternativ, mărimi caracteristice
- *Materiale electrotehnice:* conductoare, izolatoare, cabluri și alte materiale folosite în instalațiile electrice
- *Circuite electrice cu elemente legate în serie, în paralel și mixt*
- *Inducția electromagnetică*: legea inducției electromagnetice
- *Motoare electrice*: tipuri și metode de pornire
- *Dimensionarea și executarea instalațiilor electrice de joasă tensiune având receptoare cu putere instalată până la 10 kW inclusiv*
- *Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor electrotehnice cu tensiunea până la 1000 V în curent alternativ și 1500 V în curent continuu I7-91*
- *Norme de securitate a muncii în instalațiile electrice de joasă tensiune*
- *Norme generale de prevenire și stingere a incendiilor*
- *Exerciții și probleme*

Pentru gradul II

La cunoștințele prevăzute pentru gradul I se mai adaugă:

- *Transformatoare electrice:* construcție, tipuri, caracteristici funcționale, funcționarea în paralel a transformatoarelor
- *Încălzirea conductoarelor.* Calculul termic
- *Parametrii elementelor rețelelor electrice*

- *Dimensionarea și execuția instalațiilor electrice de joasă tensiune având receptoare cu puterea instalată până la 200kW inclusiv*

- *Echipamentele de măsurare a mărimilor electrice*, extinderea domeniului de măsurare

- *Baterii de condensatoare statice*, compensarea puterii reactive la consumatori și în rețelele electrice

- *Aparate electrice*

- *Contractul de furnizare a energiei electrice*: tipuri, elemente, caracteristici

- *Regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice* în vigoare. Dosarul instalației electrice; părțile componente

- *Exerciții și probleme*

Pentru gradul III

La cunoștințele prevăzute pentru gradele I și II se adaugă următoarele:

- *Determinarea circulațiilor de puteri în rețelele electrice de joasă și medie tensiune*

- *Calculul pierderilor de tensiune și al pierderilor de putere* în rețelele electrice de joasă și medie tensiune

- *Dimensionarea rețelelor electrice radiale* de joasă și medie tensiune cu putere nelimitată. Ipoteze de calcul

- *Reglarea tensiunii în rețelele electrice*

- *Tratarea neutrului în rețelele electrice*

- *Aparate de protecție în instalațiile electrice. Sisteme de protecție folosite în rețelele electrice*

- *Stabilitatea statică a rețelelor electrice*

- *Supratensiuni atmosferice și de comutație.* Măsuri de protecție împotriva supratensiunii

- *Norme de securitate a muncii în instalațiile electrice de medie tensiune*

- *Exerciții și probleme*

Pentru gradul IV

La cunoștințele menționate pentru gradele I, II și III, se adaugă următoarele:

- *Tipuri de scheme de rețele electrice de înaltă și foarte înaltă tensiune*. Ipoteze de calcul

- *Scurtcircuitul în rețelele electrice*. Calculul curenților de scurtcircuit

- *Calculul liniilor electrice alimentate la două capete*

- *Dimensionarea rețelelor electrice buclate*

- *Tarifarea energiei electrice*. Tipuri de tarife și și rolul acestora

- *Stabilitatea dinamică a rețelelor electrice*

- *Bilanțul energetic, tipuri de bilanțuri, metodologia de întocmire.* Măsuri de economisire a energiei electrice

- *Calculul consumului propriu tehnologic în rețelele electrice*

- *Norme de securitate a muncii în rețelele electrice de înaltă și foarte înaltă tensiune*

- *Exerciții și probleme*

2.4. DESFĂȘURAREA EXAMENULUI DE AUTORIZARE

După verificarea actelor și admiterea la examen, candidații pentru obținerea autorizației susțin o probă scrisă și o probă orală.

Proba scrisă constă în mod obișnuit din rezolvarea unor probleme de electrotehnică și protecția muncii, a unor probleme privind proiectarea și dimensionarea instalațiilor de alimentare și de utilizare, precum și din întocmirea unor scheme pentru astfel de instalații.

În acest scop, candidații trebuie să aibă la proba scrisă rechizitele necesare desenării unei scheme electrice.

Durata probei scrise este de două ore. Candidații reușiți la proba scrisă, care este eliminatorie, pot susține apoi proba orală.

Materialele din care sunt examinați candidații de către comisia de examinare, precum și complexitatea examinării depind de gradul autorizației solicitat, precizat în cererea de înscriere.

Comisia de examinare poate stabili și acordarea unei autorizații de grad inferior celui solicitat, în funcție de condițiile de studii și de practică ale candidatului, precum și de cunoștințele dovedite la examen (proba scrisă și orală).

Candidații nereușiți la examen se pot înscrie și se pot prezenta pentru autorizare la o sesiune următoare, dar tot la comisia organizată la filiala de rețele electrice pe raza căruia își are domiciliul stabil.

Electricienii care au obținut autorizație de un anumit grad se pot înscrie la examen pentru obținerea unei autorizații de grad superior numai dacă îndeplinesc condițiile necesare de studii și practică.

Ei dau examen împreună cu candidații noi, înscriși pentru același grad de autorizare, susținând atât proba scrisă cât și proba orală.

În cazul reușitei la examen, candidatul primește o autorizație de grad superior stabilit de comisia de examinare.

Autorizațiile inițiale au valabilitate timp de doi ani de la data eliberării lor. După acest timp, electricienii autorizați se vor prezenta din proprie inițiativă în fața comisiei de examen, în scopul definitivării autorizației, și vor achita taxa de examen.

Examinarea pentru definitivare este numai orală și urmărește îndeosebi nivelul de cunoaștere a legilor generale ale electrotehnicii și a normativelor și regulamentelor tehnice, administrative și de tehnica securității muncii, referitoare la instalațiile electrice. În cazul neprezentării în termen pentru definitivare, autorizația provizorie își pierde automat valabilitatea.

În urma examinării, comisia poate definitiva autorizația provizorie, poate prelungii valabilitatea acesteia până la următoarea sesiune de examen sau poate chiar s-o anuleze.

Electricianul autorizat are obligația, atunci când își schimbă domiciliul stabil din raza de activitate a filialei de rețele electrice de la care a obținut autorizația, să ceară transferul dosarului lui la filiala de rețele electrice în raza căreia se mută.

Candidatul care, în urma examenului susținut, este declarat admis obține calitatea de electrician autorizat atestată prin carnet.

Carnetul de electrician autorizat este nominal, netransmisibil și valabil pe întreg teritoriul țării, în baza vizei periodice a emitentului.

Autorizațiile acordate electricienilor conferă acestora dreptul de a proiecta, executa, încerca și verifica instalații electrice, precum și de a întocmi documentațiile tehnice ale unor asemenea instalații.

Calitatea de electrician autorizat poate fi exercitată de titularul carnetului atât pe cont propriu cât și ca angajat al unui agent economic cu capital de stat sau privat, dar numai în baza autorizației de funcționare a firmei eliberată de organul de stat competent.

2.5. GRADUL AUTORIZAȚIEI ȘI MODUL DE ELIBERARE

Calitatea de electrician autorizat are la bază principiul competenței și este organizată pe patru grade, după cum urmează:

a) *Gradul I*-acordă competență pentru lucrări de instalații electrice de joasă tensiune cu puteri instalate până la 10 kW inclusiv;

b) *Gradul II*-acordă competență pentru lucrări de instalații electrice de joasă tensiune cu puteri instalate până la 200 kW inclusiv;

c) *Gradul III*-acordă competență pentru lucrări de instalații electrice de joasă și medie tensiune cu putere nelimitată.

d) *Gradul IV* - acordă competență pentru lucrări de instalații electrice la toate tensiunile și de putere nelimitată.

Condițiile de acordare a gradelor de autorizare sunt cele precizate în subcapitolul 2.3. și anume:

-*Gradele I și II* se acordă tuturor electricienilor care se încadrează în una din condițiile de studii și practică precizate de la litera "a" până la "n" inclusiv.

-*Gradul III* se acordă numai persoanelor care îndeplinesc condițiile de studiu necesare pentru înscrierea la examenul de electrician autorizat prevăzute la literele a-j și care au o practică în proiectarea, construcția sau exploatarea instalațiilor electrice, de minimum:

* 1 an, pentru persoanele cu calificarea precizată la literele "a" și "c";
* 2 ani, pentru persoanele cu calificarea precizată la literele "b", și "g";
* 3 ani, pentru persoanele cu calificarea precizată la literele "d", "f", "h" și "i";
* 4 ani, pentru persoanele cu calificarea precizată la litera "j".

-*Gradul IV* se acordă numai persoanelor care îndeplinesc condițiile de studii necesare pentru înscrierea la examenul de electrician autorizat precizate la litera "a" și care au o practică în proiectarea, construcția sau exploatarea instalațiilor electrice cu o tensiune de cel puțin 10 kV.

Candidații reușiți primesc carnetul de electrician autorizat de la filiala de rețele electrice furnizoare de energie electrică la care au susținut și promovat examenul. Unitatea emitentă completează carnetele de electrician autorizat cu toate datele necesare și-l eliberează cu semnătura directorului filialei de rețele electrice unde a fost organizat examenul.

În aceste carnete unitatea emitentă notează pe parcursul desfășurării activității de electrician autorizat și eventualele sancțiuni aplicate (de furnizor sau de RENEL) pentru abaterile de la îndatoririle lor profesionale.

AUTORIZAȚII DE GRAD MAXIM, FUNCȚIE DE STUDII ȘI PRACTICĂ *Tabelul 1*

Cat.	Studii	Autorizația de grad maxim				
	Ani de practică	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
a	Inginerii cu diplomă de la facultăți care au avut în program cursuri în care s-au tratat și dezvoltat probleme privind rețelele (linii și stații) de transport al energiei electrice la înaltă tensiune	III	IV	IV	IV	IV
b	Inginerii cu diplomă ai facultăților de instalații electrice	-	III	III	III	III
c	Inginerii cu diplomă de inginer instalator	III	III	III	III	III
d	Inginerii cu alte diplome decât cele menționate la literele *a*,*b*, și *c*	-	-	III	III	III

Cat.	Studii	Autorizatia de grad maxim				
	Ani de practică	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
e	Absolvenții acelor facultăți care au avut în program cursuri în care s-au tratat detaliat probleme privind rețelele (linii și stații) de transport de energie electrică de înaltă tensiune	-	III	III	III	III
f	Absolvenții facultăților cu specialitatea instalații electrice (altele decât cele de la punctul e)	-	-	III	III	III
g	Absolvenții facultăților de ingineri instalatori	-	III	III	III	III
h	Absolvenții facultăților de ingineri de alte specialități decât cele precizate la literele e,f și g	-	-	III	III	III
i	Absolvenții facultăților sau colegiilor de subingineri și ai școlilor analoage, ai liceelor industriale, ai școlilor medii tehnice și ai școlilor de maiștrii cu specialitatea rețele și stații electrice	-	-	III	III	III
j	Absolvenții facultăților sau colegiilor de subingineri și ai școlilor analoage, ai liceelor industriale, ai școlilor medii tehnice și ai școlilor de maiștrii cu specialitatea mașini și aparate electrice	-	-	-	III	III
k	Absolvenții facultăților sau colegiilor de subingineri și ai școlilor analoage, ai liceelor industriale, ai școlilor medii tehnice și ai școlilor tehnice de maiștrii	-	-	-	-	II
l	Absolvenții școlilor profesionale de rețele și stații electrice	-	-	II	II	II
m	Absolvenții școlilor profesionale cu specialitatea de electrician	-	-	-	-	II
n	Absolvenții liceelor teoretice		-	-	-	II

3. DREPTURILE ȘI OBLIGAȚIILE ELECTRICIENILOR AUTORIZAȚI

Electricienii autorizați au dreptul să-și exercite activitatea de proiectare, conducere, supraveghere, executare, încercări și verificări de instalații electrice de utilizare a energiei electrice pe cont propriu, în cadrul unei organizații publice sau asociații private, iar în cazul atestării unității respective de către RENEL, și a instalațiilor de alimentare. De asemenea, ei au dreptul de a întocmi și depune la furnizor documentațiile tehnice pentru lucrările de instalații electrice pe care le execută.

Electricienii autorizați au obligația ca în activitatea pe care o prestează să respecte întocmai prevederile normativelor privind proiectarea, execuția și verificarea instalațiilor respective, precum și prevederile din Regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice.

Electricienii autorizați au, de asemenea, obligația de a avea un comportament corect din punct de vedere etic și profesional în relațiile cu beneficiarii și cu furnizorii de energie electrică.

Electricienilor autorizați le sunt interzise următoarele activități:

-să execute lucrări după proiecte întocmite de alții, dacă acestea nu sunt semnate de electricieni autorizați sau dacă prezintă greșeli, omisiuni sau abateri de la prevederile regulamentului pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice sau alte acte normative în vigoare, privind proiectarea, executarea și verificarea instalațiilor electrice. Lucrările se vor executa numai după ce executantul -instalator autorizat- va efectua corecturile necesare;

-semnarea de documentații pentru lucrări pe care nu le-au executat sau supravegheat personal;

-executarea de lucrări în afara competenței de autorizare;

-începerea execuției unei instalații de utilizare pentru care nu există acordul de principiu (avizul de racordare) al furnizorului;

-racordarea de instalații de utilizare la rețeaua electrică a furnizorului;

-ruperea sau violarea sigiliilor furnizorului sau reconectarea unei instalații deconectate de furnizor;

-intervenția sub orice formă în intalațiile furnizorului.

Electricienii autorizați care au proiectat sau supravegheat execuția sau au executat o instalație de utilizare sunt obligați să participe la conectarea instalației respective la rețeaua furnizorului, la data stabilită de acesta de comun acord cu beneficiarul și să remedieze într-un timp scurt eventualele deficiențe.

Reprogramarea racordării unei instalații de utilizare la rețeaua furnizorului din cauza neprezentării electricianului autorizat responsabil de lucrare la data stabilită conform paragrafului precedent sau datorită imposibilității racordării din cauza unor deficiențe în instalațiile de utilizare va fi condiționată de achitarea taxelor corespunzătoare de către beneficiarul lucrărilor, pentru operațiile ce vor fi executate de furnizor.

În exercitarea drepturilor și obligațiilor lor electricienii autorizați trebuie să conlucreze strâns cu furnizorii.

4. REEXAMINĂRI. RETRAGERI DE AUTORIZAȚII, SANCȚIUNI

4.1. REEXAMINAREA ELECTRICIENILOR AUTORIZAȚI

În scopul verificării cunoștințelor electricienilor autorizați, îndeosebi atunci când au apărut noi acte normative care trebuie bine cunoscute de către aceștia, RENEL poate dispune reexaminarea electricienilor autorizați.

De asemenea, RENEL poate dispune reexaminarea electricienilor autorizați care au întocmit proiecte, au executat lucrări de instalații electrice sau verificări necorespunzătoare.

Neprezentarea la reexaminare sau constatarea insuficienței cunoștințelor celor examinați dau posibilitatea comisiilor de examinare să suspende -până la următoarea sesiune de examene- autorizațiile acordate anterior electricienilor respectivi.

4.2. RETRAGEREA TEMPORARĂ SAU DEFINITIVĂ A AUTORIZAȚIILOR (SANCȚIUNI)

În cazurile în care electricienii autorizați comit abateri de la prevederile actelor normative privind lucrările de proiectare, executare și încercare a instalațiilor electrice (proiecte sau lucrări greșite, nedepunerea documentației tehnice, abateri de la actele normative privind utilizarea energiei electrice, comportarea necorespunzătoare față de furnizor sau față de beneficiarii de lucrări etc.), ei sunt sancționați de furnizor sau de RENEL.

Sancțiunile se aplică în raport cu gravitatea abaterilor. Furnizorul poate sancționa cu avertisment scris sau cu retragerea autorizației pe timp limitat (de la trei luni până la un an). De asemenea, la propunerea furnizorului sau din oficiu, RENEL poate sancționa cu retragerea definitivă a autorizației, cu sau fără drept de prezentare la un nou examen de autorizare.

CUNOȘTINȚE MINIMALE DE SPECIALITATE

5.1. DATE ȘI RELAȚII FOLOSITE ÎN ELECTROTEHNICĂ

5.1.1. Tensiuni standardizate

Valorile standardizate ale tensiunilor nominale între faze pentru instalațiile de transport și distribuție a energiei electrice sunt:

400 V	20000 V
690 V	110000 V
1000 V	220000 V
6000 V	400000 V
10000 V	750000 V

Rețelele existente cu tensiunile între faze de 380V, respectiv 660V trebuie trecute la tensiunile de 400V, respectiv 690V.

Instalațiile existente pentru transportul și distribuția energiei electrice care au tensiunile existente de 3000V, 5000V, 15000V, 25000V,30000V,35000V și 60000V pot fi utilizate în continuare la aceste tensiuni, dar nu pot fi extinse. Tensiunea de 1000V se referă la o rețea trifazată cu trei fire și reprezintă tensiunea între faze.

5.1.2. Secțiuni standardizate pentru conductoare și cabluri. Conductoare pentru linii electrice trifazate

La circuitele trifazate, cu conductoare de fază având secțiuni până la 50 mm^2, secțiunea nulului se ia egală cu secțiunea conductorului de fază.

Pentru circuitele trifazate, având conductoarele de fază cu secțiuni mai mari de 50 mm^2, există următoarea corelație:

Secțiunea conductorului de fază, mm^2	Secțiunea conductorului de nul, mm^2
70	50
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120

Din punctul de vedere al rezistenței mecanice, secțiunea conductorului de nul -la liniile electrice- trebuie să fie de cel puțin 6 mm^2 Cu sau 16 mm^2 Al (funie).

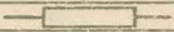
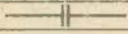
Cabluri electrice

Secțiunile conductoarelor cablurilor electrice sunt cele din tabelul de mai jos.

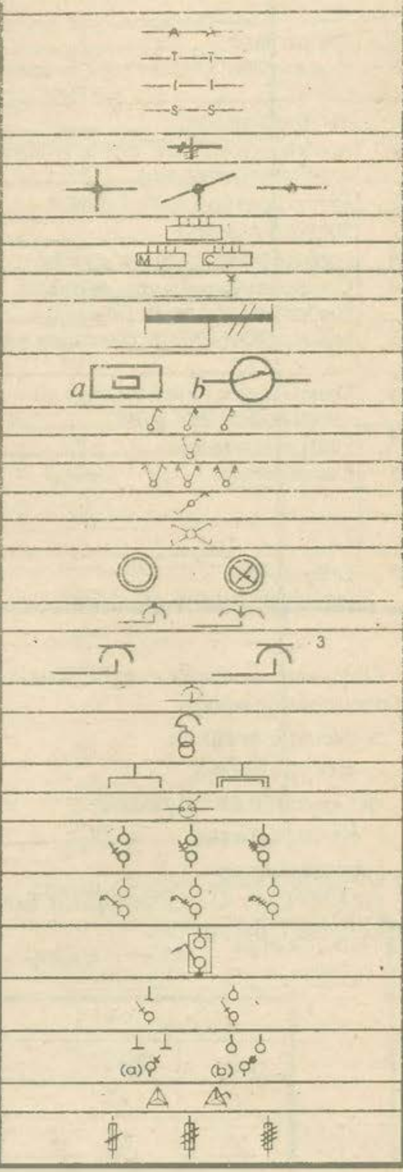
SECȚIUNEA CONDUCTOARELOR CABLURILOR ELECTRICE

Cablu cu izolație din cauciuc și manta de plumb, mm^2		Cablu cu izolație de hârtie impregnată, mm^2
Cu - (CP)	Al - (ACP)	Cu - (CHP) și Al - (ACHP)
3x1,5+1		
3x2,5+1,5		
3x4+2,5	4x2,5	
3x6+4	3x6+4	
3x10+6	3x10+6	3x10+6
3x16+6	3x16+6	3x16+10
3x25+10	3x25+10	3x25+16
3x35+10	3x35+10	3x35+16
3x50+16	3x50+16	3x50+25
		3x70+35
		3x95+50
		3x120+50
		3x150+70

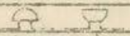
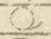
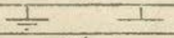
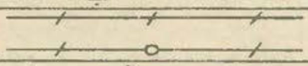
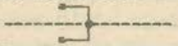
SEMNE CONVENȚIONALE UZUALE ÎN SCHEMELE INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE UTILIZARE

Nr. crt	Denumirea schemei	Semnul convențional
1	Curent continuu, tensiune continuă	—
2	Curent alternativ, tensiune alternativă	∼
3	Curent continuu și curent alternativ	≂
4	Înfășurare trifazată, conexiune în triunghi	Δ
5	Înfășurare trifazată, conexiune în stea	Y
6	Înfășurare trifazată, conexiune în zig-zag	Y
7	Rezistor	
8	Condensator (inductanță)	
9	Circuit electric de iluminat și forță (1-2-3 conductoare)	

Nr. crt.	Denumirea schemei	Semnul convențional
10	Circuite diverse: -Antenă (radio-televizor) -Telefon -Protecție -Siguranță	—A—A— —T—T— —I—I— —S—S—
11	Intersecție a două circuite fără legătură	
12	Doze de legătură (de trecere; cu o derivație; cu două derivații)	
13	Doză centralizată pentru mai multe circuite	
14	Tablou de distribuție (de marmură-capsulat)	
15	Corp de iluminat cu incandescență	
16	Corp de iluminat cu luminiscență (cu două lămpi)	
17	*a)Porniri lămpi luminiscență (balastru) b)Starter lămpi luminiscență	
18	Întrerupătoare (monopolar;bipolar;tripolar)	
19	Comutator de grupă	
20	Comutator(monopolar;bipolar;tripolar)	
21	Comutator de capăt	
22	Comutator în cruce	
23	Buton de comandă(simplu;luminos= cu lampă înglobată)	
24	Priză bipolară(simplă;dublă)	
25	Priză cu contact de protecție(bipolară; tripolară)	
26	Priză bipolară cu doză de trecere	
27	Priză cu transformator de separație (pentru mașina electrică de bărbierit)	
28	Priză curenți slabi; priză antenă	
29	Întrerupător automat de scară	
30	Întrerupător manual (monopolar; bipolar; tripolar)	
31	Contactor automat (monopolar; bipolar; tripolar)	
32	Întrerupător automat cu relee	
33	Separator manual; întrerupător manual (monopolar)	
34	a. Separator comutator cu două direcții b. Comutator manual cu pârghie (tripolar)	(a) (b)
35	Comutator stea-triunghi (manual; automat)	
36	Siguranță de protecție (1,2,3 siguranțe pe circuit)	



*)Numai dacă dispozitivele sunt plasate separat de lampă.

Nr. crt.	Denumirea schemei	Semnul convențional
37	Sonerie, buzer	
38	Transformator (de curent de tensiune, de putere)	
39	Autotransformator	
40	Aparate indicatoare diverse (voltmetru, ampermetru, wattmetru)	
41	Motor și generator electric (utilizat, c.a.)	
42	Bobină de reactanță	
43	Legătură la pământ, legătură la masă	
44	Conductor legătură la priza de pământ. (electrod pentru priza de pământ)	
45	Suport pe clădire pentru branșament aerian	
46	Consolă cu izolatoare montată pe zid pentru branșament aerian	
47	Firidă de branșament	
48	Contoar electric	
49	Lămpi diverse: semnalizare, pâlpâire, vapori de mercur	

Observații: Semnele convenționale pentru aparate de conectare vor fi însoțite de următoarele notații:

N-execuție normală;

E-execuție etanșă;

Aex-execuție antiexplozivă;

a-montaj aparent;

î-montaj îngropat

EXEMPLU : Un întrerupător normal îngropat va avea, pe lângă semnul convențional, notația N.î.

Literele grecești folosite în electrotehnică (alfabetul grecesc)

Litera		Denumirea literei
Mică	Mare	
α	A	alfa
β	B	beta
γ	Γ	gama

Litera		Denumirea literei
Mică	Mare	
δ	Δ	delta
ε	E	epsilon
ζ	Z	zeta
η	H	eta
θ	Θ	teta
ι	I	iota
κ	K	kappa
λ	Λ	lamda
μ	M	miu
ν	N	niu
ξ	Ξ	xi
o	O	omicron
π	Π	pi
ρ	P	ro
σ	Σ	sigma
τ	T	tau
υ	Y	ipsilon
φ	Φ	phi
χ	X	chi
ψ	Ψ	psi
ω	Ω	omega

Mărimi electrice și unități de măsură în S.I

Denumirea mărimii	Simbolul mărimii	Denumirea unității de măsură în S.I.	Simbolul unității de măsură
Curent electric	$I;i$	Amper	A
Sarcina electrică	Q	Coulomb	C
Tensiunea. Diferența de potențial	$U;u$	Volt	V
Forța electromotoare	$E;e$	Volt	V

Denumirea mărimii	Simbolul mărimii	Denumirea unității de măsură în S.I.	Simbolul unității de măsură
Rezistența electrică	$R;r$	Ohm	Ω
Reactanță	$X;x$	Ohm	Ω
Impedanță	$Z;z$	Ohm	Ω
Conductanța	G	Siemens	S
Capacitate electrică	C	Farad	F
Energie electrică activă	W_a	Joule; Wattoră	J;Wh
Energie electrică reactivă	W_r	Volt-amper-reactiv-oră	Varh
Putere electrică activă	P	Watt	W
Putere electrică reactivă	Q	Volt-amper-reactiv	Var
Putere electrică aparentă	S	Volt-Amper	VA
Frecvența	f	Hertz	Hz
Factor de putere	$\cos\varphi$	Număr, fără dimensiune	-
Randament	η	Număr, fără dimensiune	-

Multipli și submultiplii zecimali ai unităților de măsură

Prefix			Nr. care multiplică unitatea de măsură		Exemplificarea pentru unitatea Watt
Denumirea		Simbol			
MULTIPLI	terra	T	1000000000000	10^{12}	terrawatt
	giga	G	1000000000	10^{9}	gigawatt
	mega	M	1000000	10^{6}	megawatt
	kilo	k	1000	10^{3}	kilowatt
	hecto	h	100	10^{2}	hectowatt
	deca	da	10	10	decawatt
			1	1	watt

Prefix			Nr. care multiplică unitatea de măsura		Exemplificarea pentru unitatea Watt
Denumirea		Simbol			
SUBMULTIPLI	deci	d	0.1	10^{-1}	deciwatt
	centi	c	0.01	10^{-2}	centiwatt
	mili	m	0.001	10^{-3}	miliwatt
	micro	μ	0,000001	10^{-6}	microwatt
	nano	n	0,000000001	10^{-9}	nanowatt
	pico	p	0,000000000001	10^{-12}	picowatt

Principalele relații (formule) folosite în electrotehnică.
Relații între curent, tensiune, putere și secțiune

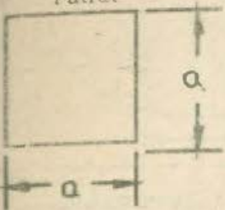
Mărimea de determinat	Curent continuu și monofazat neinductiv	Curent alternativ		
		Monofazat inductiv	Trifazat	
			Neinductiv	Inductiv
Curentul	$I = \frac{U}{R}$ $I = \frac{P}{U}$	$I = \frac{U}{R \cos\varphi}$ $I = \frac{P}{U \cos\varphi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cos\varphi}$
Tensiunea	$U = RI$ $U = \frac{P}{I}$	$U = RI\cos\varphi$ $U = \frac{P}{I \cos\varphi}$	$U = \frac{P}{\sqrt{3}\, I}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, I \cos\varphi}$
Pierderea de tensiune (volți) (R=rez unui conductor)	$\Delta U_v = 2RI$	$\Delta U_v = 2RI \cos\varphi$	$\Delta U_v = \sqrt{3}\, RI$	$\Delta U_v = \sqrt{3}\, RI \cos\varphi$
Puterea activă	$P = UI$	$P = UI \cos\varphi$	$P = \sqrt{3}\, UI$	$P = \sqrt{3}\, UI \cos\varphi$
Puterea reactivă	-	$Q = UI \sin\varphi$ $Q = P\, tg\varphi$	-	$Q = \sqrt{3}\, UI \sin\varphi$ $Q = P\, tg\varphi$

Mărimea de determinat	Curent continuu și monofazat neinductiv	Curent alternativ		
		Monofazat inductiv	Trifazat	
			Neinductiv	Inductiv
Puterea aparentă	-	$S = UI$ $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	-	$S = \sqrt{3}UI$ $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
Secțiunea (calculată cu pierderea de tensiune în volți - ΔU_v)	$S = \frac{2lI}{\gamma \Delta U_v}$	$S = \frac{2lI\cos\varphi}{\gamma \Delta U_v}$	$S = \frac{\sqrt{3}lI}{\gamma \Delta U_v}$	$S = \frac{\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma \Delta U_v}$
Secțiunea (calculată cu procentul pierderii de tensiune - $\Delta U\%$)	$S = \frac{200lI}{\gamma \Delta U\% U}$	$S = \frac{200lI\cos\varphi}{\gamma \Delta U\% U}$	$S = \frac{100\sqrt{3}lI}{\gamma \Delta U\% U}$	$S = \frac{100\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma \Delta U\% U}$
Secțiunea (calculată cu procentul pierderii de putere - $\Delta P\%$)	$S = \frac{200lP}{\gamma \Delta P\% U^2}$	$S = \frac{200lP}{\gamma \Delta P\% U^2 \cos\varphi}$	$S = \frac{100lP}{\gamma \Delta P\% U^2}$	$S = \frac{100lP}{\gamma \Delta P\% U^2 \cos^2\varphi}$

Rezistența, reactanța, inductanța

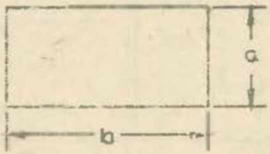
Mărimea de determinat	Relația folosită
Rezistența	$R = \rho\frac{l}{S}$, $R = \frac{l}{\gamma S}$;
Reactanta inductivă (inductanța)	$X_L = \omega L$
Reactanța capacitivă (capacitanța)	$X_C = \frac{1}{\omega C}$
Reactanța totală	$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$
Impedanța	$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$

Pătrat



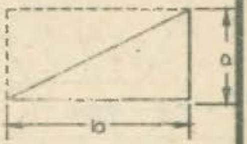
$$S = a \cdot a = a^2$$

Dreptunghi



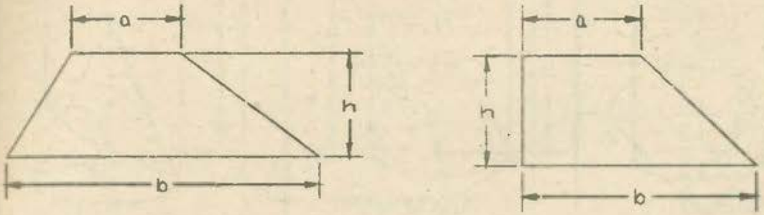
$$S = a \cdot b$$

Triunghi



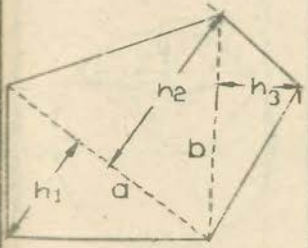
$$S = \frac{a \cdot b}{2}$$

Trapez



$$S = \frac{a + b}{2} \cdot h$$

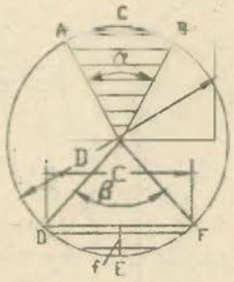
Poligon oarecare



$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

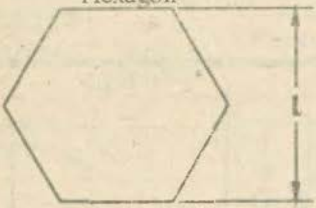
$$S = \frac{ah_1 + ah_2 + bh_3}{2}$$

Cerc



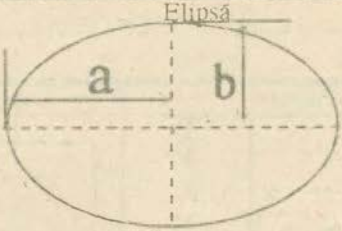
$$S = \Pi \cdot R^2 = \frac{\Pi \cdot D^2}{4} = 0{,}785\, D^2$$

Hexagon



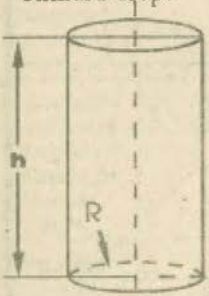
$S = 0{,}866 \cdot l$

Elipsă



$S = \Pi \cdot a \cdot b$

Cilindru drept



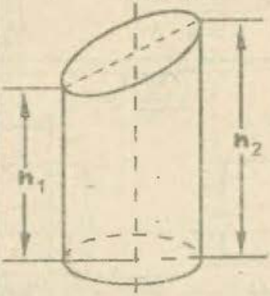
Aria laterală

$S = 2\Pi \cdot R \cdot h$

Aria totală

$S = 2\Pi \cdot R(R + h)$

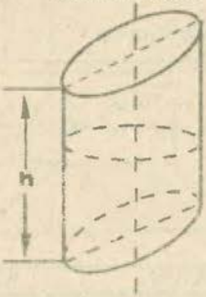
Cilindru



Aria laterală

$S = \Pi \cdot R\,(h_1 + h_2)$

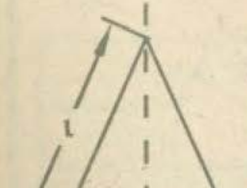
Cilindru oblic



$S = C \cdot h$

C-lungimea cercului secțiunii ortogonale;
h-lungimea generatoarei

Con



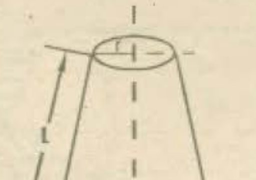
Aria laterală

$S = \Pi \cdot R \cdot l$

Aria totală

$S = \Pi \cdot R\,(R + l)$

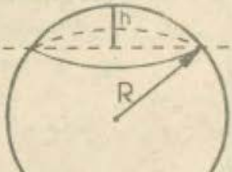
Trunchi de con



Aria laterală

$S = \Pi \cdot l\,(R + r)$

Sferă



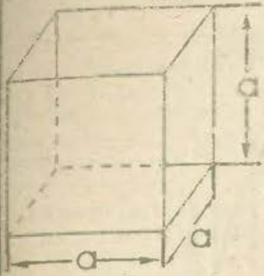
Aria sferei

$S = 4\Pi \cdot R^2 = \Pi \cdot D^2$

Aria calotei sferice

$S = 2\Pi \cdot R \cdot h$

Cub

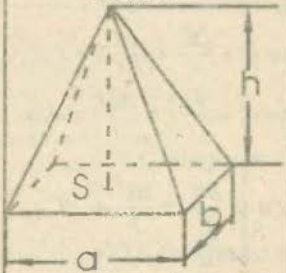


$V = a \cdot a \cdot a = a^3$

Prismă

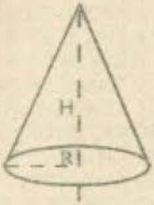
$V = S \cdot h = a \cdot b \cdot h$

Piramidă



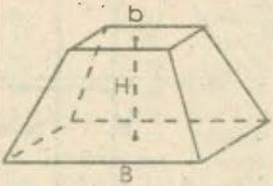
$V = \frac{S \cdot h}{3} = \frac{a \cdot b \cdot h}{3}$

Con



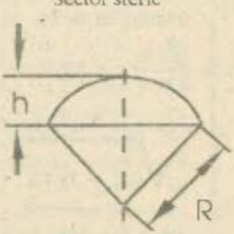
$V = \Pi \frac{R^2 \cdot H}{3}$

Trunchi de piramidă cu baze paralele



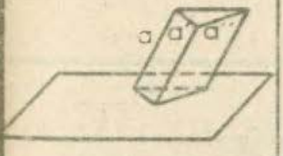
$V = \frac{1}{3} H \left(B + b + \sqrt{B \cdot b} \right)$

Sector sferic



$V = \frac{2}{3} \Pi R^2 \cdot h$

Trunchi de prismă triunghiulară

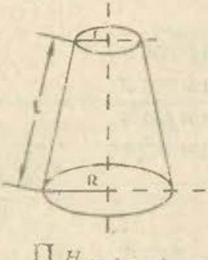


$V = S \left(\frac{a + a' + a''}{3} \right)$

S- aria secțiunii ortogonale

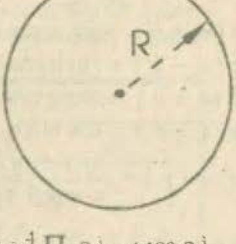
$\left(\frac{a + a' + a''}{3} \right)$ - lungimea dreptei care unește centrele de greutate

Trunchi de con



$V = \frac{\Pi H}{3} \left(R^2 + r^2 + Rr \right)$

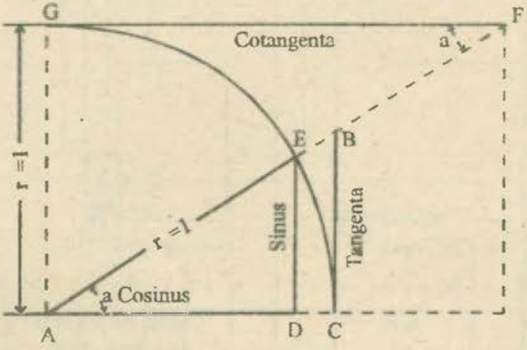
Sferă



$V = \frac{4}{3} \Pi R^3 = 4.189 R^3$

Formule uzuale din trigonometrie și funcții trigonometrice

În triunghiul ADE:



$\sin a = \frac{DE}{r} = \frac{DE}{1} = DE$;

$\cos a = \frac{AD}{r} = \frac{AD}{1} = AD$.

În triunghiul ACB:

$tg\, a = \frac{BC}{r} = \frac{BC}{1} = BC$.

În triunghiul AFG:

$ctg\, a = \frac{FG}{r} = \frac{FG}{1} = FG$;

$\sin^2 a + \cos^2 a = 1$;

$tg\, a = \frac{\sin a}{\cos a}$; $ctg\, a = \frac{\cos a}{\sin a}$;

$a = \frac{tg\, a}{\sqrt{1 + tg^2 a}}$; $\cos a = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2 a}}$

$\sin \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos a}{2}}$; $\cos \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos a}{2}}$;

$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$; $\cos 2a = \cos^2 a - \sin^2 a$;

$tg\, 2a = \frac{2\, tg\, a}{1 - tg^2 a}$;

$\sin(a + b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$;

$\sin(a - b) = \sin a \cos b - \sin b \cos a$;

$\cos(a + b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$;

$\cos(a - b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$;

$tg(a + b) = \frac{tg\, a + tg\, b}{1 - tg\, a\; tg\, b}$; $tg(a - b) = \frac{tg\, a - tg\, b}{1 + tg\, a\; tg\, b}$;

$\sin a + \sin b = 2 \sin \frac{a + b}{2} \cos \frac{a - b}{2}$;

$\sin a - \sin b = 2 \cos \frac{a + b}{2} \sin \frac{a - b}{2}$;

$\cos a - \cos b = 2 \cos \frac{a + b}{2} \cos \frac{a - b}{2}$;

$\cos a - \cos b = -2 \sin \frac{a + b}{2} \sin \frac{a - b}{2}$;

Funcțiile trigonometrice ale unghiurilor

Grade	sin	cos	tg	ctg	Grade
0	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	90
1	0.0175	0.9998	0.0175	57.290	89
2	0.0349	0.9994	0.0349	28.6363	88
3	0.0523	0.9986	0.0524	19.0811	87
4	0.0698	0.9976	0.0699	14.3007	86
5	0.0872	0.9962	0.0875	11.4301	85
6	0.1045	0.9945	0.1051	9.5144	84
7	0.1219	0.9925	0.1228	8.1444	83
8	0.1392	0.9903	0.1405	7.1154	82
9	0.1564	0.9877	0.1584	6.3138	81
10	0.1736	0.9848	0.1763	5.6713	80
11	0.1908	0.9816	0.1944	5.1446	79
12	0.2079	0.9781	0.2126	4.7046	78
13	0.2250	0.9744	0.2309	4.3315	77
14	0.2419	0.9703	0.2493	4.0108	76
15	0.2588	0.9659	0.2679	3.7321	75
16	0.2756	0.9613	0.2867	3.4874	74
17	0.2924	0.9563	0.3057	3.2709	73
18	0.3090	0.9511	0.3249	3.0777	72
19	0.3256	0.9455	0.3443	2.9042	71
20	0.3420	0.9397	0.3640	2.7475	70
21	0.3584	0.9336	0.3839	2.6051	69
22	0.3746	0.9272	0.4040	2.4751	68
Grade	cos	sin	ctg	tg	Grade

Grade	sin	cos	tg	ctg	Grade
23	0.3907	0.9205	0.4245	2.3559	67
24	0.4067	0.9135	0.4452	2.2460	66
25	0.4226	0.9063	0.4663	2.1445	65
26	0.4384	0.8988	0.4877	2.0503	64
27	0.4540	0.8910	0.5095	1.9626	63
28	0.4695	0.8829	0.5317	1.8807	62
29	0.4848	0.8746	0.5543	1.8041	61
30	0.5000	0.8660	0.5774	1.7321	60
31	0.5150	0.8572	0.6009	1.6643	59
32	0.5299	0.8480	0.6249	1.6003	58
33	0.5446	0.8387	0.6494	1.5399	57
34	0.5592	0.8290	0.6745	1.4826	56
35	0.5736	0.8192	0.7002	1.4281	55
36	0.5878	0.8090	0.7265	1.3764	54
37	0.6018	0.7986	0.7536	1.3270	53
38	0.6157	0.7880	0.7813	1.2799	52
39	0.6293	0.7771	0.8098	1.2349	51
40	0.6428	0.7660	0.8391	1.1918	50
41	0.6561	0.7547	0.8693	1.1504	49
42	0.6691	0.7431	0.9004	1.1106	48
43	0.6820	0.7314	0.9325	1.0724	47
44	0.6947	0.7193	0.9657	1.0355	46
45	0.7071	0.7071	1.0000	1.0000	45
Grade	cos	sin	ctg	tg	Grade

Transformarea din CP în kW și invers

1 CP = 0.736 kW; 1kW = 1.36 CP

kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP	
	kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP
0.736	1	1.36	8.10	11	15.0	15.5	21	28.6	22.8	31	42.2	30.2	41	55.8
1.47	2	2.72	8.33	12	16.3	16.2	22	29.9	23.6	32	43.5	31.9	42	57.1
2.21	3	4.08	9.75	13	17.7	16.9	23	31.3	24.3	33	44.9	31.6	43	58.5
2.94	4	5.44	10.3	14	19.0	17.7	24	32.6	25.0	34	46.2	32.4	44	59.8
3.68	5	6.80	11.0	15	20.4	18.3	25	34.0	25.8	35	47.6	33.1	45	61.2
4.42	6	8.16	11.8	16	21.8	19.1	26	35.4	26.5	36	49.0	33.9	46	62.6
5.15	7	9.52	12.5	17	23.1	19.9	27	36.7	27.2	37	50.3	34.6	47	63.9
5.89	8	10.88	13.2	18	24.5	20.6	28	38.1	28.0	38	51.6	35.3	48	65.3
6.62	9	12.24	14.0	19	25.8	21.3	29	39.4	28.7	39	53.0	36.0	49	66.7
7.36	10	13.6	14.7	20	27.2	22.1	30	40.8	29.4	40	54.4	36.8	50	68.0

kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP	
	kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP		kW	CP
37.5	51	69.4	44.9	61	83.0	52.3	71	96.6	59.6	81	110.2	67.0	91	123.8
38.3	52	70.7	45.6	62	84.3	53.0	72	97.9	60.4	82	111.5	67.7	92	125.1
39.0	53	72.1	46.4	63	85.7	53.7	73	99.2	61.1	83	112.9	68.4	93	126.5
39.7	54	73.4	47.1	64	87.0	54.5	74	100.6	61.8	84	114.2	69.2	94	127.8
40.5	55	74.8	47.8	65	88.1	55.2	75	102.0	62.6	85	115.6	69.9	95	129.2
41.2	56	76.2	48.6	66	89.8	55.9	76	103.4	63.3	86	117.0	70.7	96	130.6
42.0	57	77.5	49.3	67	91.4	56.6	77	104.7	64.0	87	118.3	71.4	97	131.9
42.7	58	78.9	50.0	68	92.5	57.4	78	106.1	64.7	88	119.6	72.1	98	133.3
43.4	59	80.2	50.8	69	93.8	58.1	79	107.4	65.5	89	121.0	72.8	99	134.7
44.2	60	81.6	51.5	70	95.2	58.9	80	108.8	66.2	90	122.4	73.6	100	136.0

Exemple de folosire a tabelului:

0.736 kW = 1 CP   80 CP = 58.9 kW

1 kW = 1.36 CP   80 kW = 108.8 CP

11 kW = 15.0 CP   90 CP = 66.2 kW

21 CP = 15.5 kW   90 kW = 122.4 CP

5.2. NOȚIUNI ȘI LEGI FUNDAMENTALE DIN ELECTROTEHNICĂ

5.2.1. Intensitate, rezistență

Dacă la capetele unui conductor electric se aplică o forță electromotoare (tensiune), atunci in acel conductor ia naștere un curent electric format din electronii liberi din conductor (adică o cantitate de electricitate în mișcare).

Intensitatea acelui curent depinde de cantitatea de electricitate Q (măsurată în coulombi), care trece în unitatea de timp (secundă) prin secțiunea transversală a conductorului.

Adică:

$$I = \frac{Q}{t}$$

La rândul ei, cantitatea de electricitate care trece este în funcție de mărimea tensiunii aplicată conductorului, precum și de rezistența ce o opune acesta, după cum vom vedea in cele ce urmează.

Ca unitate de măsură a intensității curentului s-a luat amperul (A).

1 A corespunde cantității de electricitate de 1 coulomb care trece prin conductor în timp de o secundă.

Ca sens al curentului electric s-a fixat, convențional, sensul invers în care se deplasează electronii (adică sensul în care se deplasează particulele de masă pozitivă).

Raportul dintre curentul I și suprafața secțiunii S traversată de curent se numește densitate de curent, adică:

$$\delta = \frac{I}{S}.$$

Intensitatea curentului electric ce trece printr-un conductor își menține aceeași valoare pe toată lungimea conductorului, spre deosebire de tensiune, care-așa cum vom vedea în cele ce urmează - scade în lungul conductorului respectiv.

Rezistența electrică (R) este mărimea care indică gradul de opunere a unui conductor la trecerea curentului electric prin el.

Unitatea de măsură pentru rezistență se numește Ohm (Ω). Rezistența de 1Ω este rezistența conductorului în care circulă un curent de 1 A, când se aplică o tensiune de 1 V.

Valoarea rezistenței unui conductor se calculează cu formula:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad sau \quad R = \frac{l}{\gamma S},$$

în care:

R este rezistența conductorului, în ohmi;

l - lungimea conductorului, în m;

S - secțiunea conductorului, în mm^2;

ρ - rezistența specifică a materialului conductorului (rezistivitatea), în $\frac{\Omega\, mm^2}{m}$;

γ - inversul rezistenței specifice materialului conductorului (conductivitatea), deci:

$$\gamma = \frac{1}{\rho}.$$

În tabelul 2 se dau valorile rezistenței specifice (ρ), respectiv ale conductivității (γ), pentru câteva materiale mai importante folosite în electrotehnică la fabricarea conductoarelor și a rezistoarelor.

În cazul în care cunoaștem diametrul unui conductor (în mm), putem folosi pentru determinarea rezistenței următoarea variantă a formulei de mai sus:

$$R = 1{,}275 \cdot \rho \frac{l}{d^2}.$$

Valoarea rezistenței pentru un circuit monofazat (două conductoare) se determină luându-se în calcul lungimea ambelor conductoare (dus și întors).

Rezistența ohmică a metalelor crește cu temperatura, iar a cărbunelui și a lichidelor scade cu cât temperatura lor crește. Astfel, de exemplu, rezistența electrică a cuprului crește cu 4 % la o încălzire de 10 °C. Modul cum variază rezistența ohmică a unui conductor electric în funcție de temperatură se poate determina folosind următoarea relație:

$$R_2 = R_1 \left[1 + \alpha \left(t_2 - t_1 \right) \right]$$

Coeficientul de temperatură (α) este o valoare specifică fiecărui material al conductoarelor electrice; el reprezintă variația rezistenței de un ohm a conductorului respectiv, la o creștere a temperaturii sale cu 1 °C.

REZISTIVITATEA, COEFICIENTUL DE TEMPERATURĂ LA 20 °C ȘI PUNCTUL DE TOPIRE AL UNOR MATERIALE DIN CARE SE FABRICĂ CONDUCTOARELE ELECTRICE

Tabelul 2

(Se consideră 1m de material având S = 1 mm²)

Materialul	Rezistivitatea (ρ), Ω mm²/m	Conductivitatea (γ), m / Ω mmp	Coeficient de temperatură α 10³, grd	Punct de topire, °C
Aluminiu				
Tras dur	0,0303	33		
Foarte pur	0,0265	37,7	4,3	659
Moale	0,02778	36	4,0	
Sârmă (99,6%)	0,029	34,5	4,0	
Bismut	1,2	0,833	4	271
Alamă	0,07-0,08	14,3-12,5	1,0-1,2	
Cărbune	40-100	0,025-0,01	-0,3- .. -0,9	3500
Crom nichel				
CN 80 (80% Ni, 20% Cr, 0-3% Fe)	1,12	0,89	0,14	1400
CN 20 (20% Ni, 25% Cr, 55% Fe)	0,98	1,02	0,44	1375
Constantan (54% Cu, 45% Ni, 1% Mn)	0,50	2	-0,03	

Materialul	Rezistivitatea (ρ), $\Omega\,mm^2/m$	Conductivitatea (γ), $m/\Omega\,mmp$	Coeficient de temperatură $\alpha\,10^3$, grd	Punct de topire, °C
Cupru				
Pentru conductoare	0,0178	56,1	3,29	
Foarte curat	0,017	58,8	4,3	1083
Moale	0,0175	57,1	3,82	
Manganin	0,42	2,38	0,01-0,02	960
Nichel	0,069	14,5	6,1-6,9	1455
Nichelină (67% Cu, 30% Ni, 3% Mn)	0,40-0,44	2,5-2,27	0,18-0,21	1230
Platină	0,10	10	3,0-3,8	1773,5
Aliaje pentru rezistențe electrice	0,32	3,1	$5\cdot10^{-3}$	1063
Aur	0,023	43,5	$3,8^{-4}$	960
Argint	0,0165	60,6	3,8	
Sârmă de oțel	0,17	5,88	5,2	
Tantal	0,16	6,25	3,83	232
Staniu	0,12	8,33	4,2-4,63	
Tungsten	0,055	18,88	4	3380
Zinc curat	0,61	1,64	4,19	419

Dacă însemnăm cu t diferența dintre cele două temperaturi de mai sus, relația se simplifică astfel:

$$R_2 = R_1(1 + \alpha t),$$

în care:

R_1 este rezistența cunoscută a conductorului la o anumită temperatură;

α - coeficientul de temperatură;

t_2 - temperatura pentru care dorim să aflăm rezistența conductorului;

t_1 - tmperatura pentru care cunoaștem rezistența conductorului (R_1).

Rezistențele electrice se măsoară cu ohmetrul (sau megohmetrul). Inversul rezistenței se numește conductanță și se notează cu litera G, astfel:

$$G = \frac{1}{R}$$

Unitatea de măsură a conductanței este unitatea inversă ohmului, adică $\frac{1}{\Omega}$, și anume Siemens-ul.

Exemple numerice

1. Care este rezistența ohmică a unei linii electrice monofazate de cupru, având o lungime de 2 km și secțiunea de 25 mm^2, construită din Cu, cu γ =57?

Rezolvare:

$$R = \frac{1}{\gamma}\cdot\frac{l}{S} = \frac{2\cdot2000}{57\cdot25} = 2,8\,\Omega$$

2. Ce rezistență ohmică are un conductor de aluminiu în lungime de 500 m, având diametrul de 5 mm, cu $\gamma = 52$?

Rezolvare:

$$R = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{l}{S} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1}{32} \cdot \frac{4l}{\pi d^2} = \frac{1}{32} \cdot \frac{4 \cdot 500}{3{,}14 \cdot 5^2} = 0{,}795\ \Omega$$

3. Un colac de sârmă de aluminiu cu secțiunea de 4 mm^2 și $\gamma = 32$ are o rezistență ohmică de 2 Ω. Care este lungimea sârmei?

Rezolvare:

$$R = \frac{1}{32} \cdot \frac{l}{S} = \frac{l}{32 \cdot S} \quad \text{sau} \quad \frac{R}{1} = \frac{l}{32 \cdot S}.$$

Știind că produsul mezilor este egal cu produsul extremilor, vom avea:

$l = R \cdot 32 \cdot S$ și, înlocuind, vom avea:

$l = 2 \cdot 32 \cdot 4 = 256$ m.

4. Cunoscând că rezistența ohmică a unui conductor de nichelină este de 14,4Ω, iar lungimea sa este de 20 m, să se determine secțiunea acestui conductor, știind că ρ nichelină$= 0{,}41 \cdot \frac{\Omega\ mm^2}{m}$.

Rezolvare:

$R = \rho \frac{l}{S}$, de unde:

$$R\,S = \rho\, l\ ;\ S = \frac{\rho\, l}{R} = \frac{0{,}41 \cdot 20}{16{,}4} = 0{,}5\ mm^2$$

5. Ce lungime de sârmă constantan, având diametrul de 1 mm, este necesară pentru a se construi o rezistență de 25 Ω, știind că rezistența electrică a constantanului este: $\rho = 0{,}48\ \frac{\Omega\ mm^2}{m}$.

Rezolvare:

$R = \rho \frac{l}{S}$.

înlocuind avem:

$$25 = 0{,}48 \cdot \frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}} = 0{,}48 \cdot \frac{l}{\frac{3{,}14 \cdot 1}{4}} = 0{,}48 \cdot \frac{l}{0{,}78}, \text{ de unde:}$$

$$l = \frac{25 \cdot 0{,}78}{0{,}48} = 40{,}6\ \text{m}.$$

6. Un conductor din aluminiu are o rezistență $R_1 = 22{,}5\ \Omega$, la o temperatură $T_1 = +20^\circ C$. Ce rezistență va avea conductorul la o temperatură a sa de $+ 40^\circ C$, coeficientul de temperatură fiind: $\alpha = 0{,}0039$?

Rezolvare:

$$R_2 = R_1[1+\alpha(t_2-t_1)].$$

Înlocuind avem:

$$R_2 = 22{,}5[1+0{,}0039(40-20)] = 22{,}5(1+0{,}087) = 24{,}25\ \Omega.$$

De reținut deci că vara, la încărcări mari, care încălzesc conductoarele rețelelor electrice, rezistența acestora crește.

7. Un conductor de cupru are o rezistență $R_1 = 10\ \Omega$, la o temperatură $t_1 = 18^\circ C$. Ce rezistență va avea conductorul la o temperatură $t_2 = -5^\circ C$, coeficientul de temperatură fiind $\alpha = 0{,}0038$?

Rezolvare:

$$R_2 = R_1\ 1+[1+\alpha(t_2-t_1)].$$

Înlocuind avem:

$$R_2 = 10[1+0{,}0038(-5-18)].$$

Scăderea temperaturii fiind de $23^\circ C$, vom avea:

$R_2 = 10(1-0.0038\cdot 23) = 9{,}13\ \Omega$, în loc de $10\ \Omega$.

Legarea rezistoarelor electrice se poate face în serie, în derivație (sau paralel) și mixt.

Legarea în serie se face legând rezistoarele unul de altul în continuare, ca în figura 1, astfel încât același curent I trece prin fiecare.

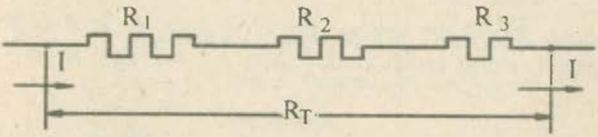


Fig. 1 - Legarea rezistoarelor în serie

Rezistența echivalentă (totală) R_T a unui grup de rezistoare (R_1, R_2 și R_3) legate în serie este egală cu suma acestora.

Adică:

$$R_T = R_1+R_2+R_3$$

Se pot considera ca fiind legate în serie, de exemplu, rezistența interioară (R_i) a unei baterii electrice și cea exterioară (R_e) a conductoarelor circuitului pe care-l alimentează bateria cu energie electrică ($R=R_1+R_2$) (figura 2).

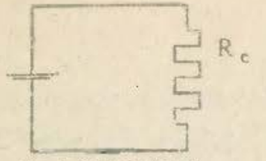


Fig. 2 - Circuit electric

Exemplu:

1. Se cere rezistența totală (echivalentă) a unui grup de patru rezistoare electrice legate în serie și ale căror valori sunt respectiv:

$R_1 = 1,2\ \Omega$; $R_2 = 6,4\ \Omega$; $R_3 = 0,3\ \Omega$ și $R_4 = 3,5\ \Omega$

$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 1,2+6,4+0,3+3,5 = 11,4\ \Omega$

Legarea rezistoarelor în paralel (sau derivație) se face prin conectarea capetelor acestora, astfel că prin fiecare din ele trece numai o parte din curentul total din circuitul electric în care au fost introduse reszistoarele în paralel (figura3).

Rezistența electrică echivalentă a unor rezistoare, R_1, R_2 și R_3, legate în paralel, ca în figura 3, în două puncte comune, A și B, se determină cu relația generală:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

În cazul celor trei rezistoare:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

În cazul a numai două rezistoare:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

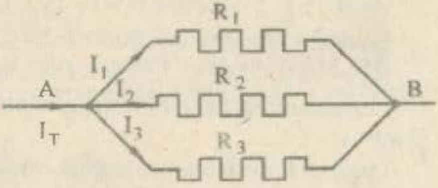


Fig. 3 - Legarea rezistoarelor

De reținut că rezistența echivalentă ce înlocuiește un grup de rezistoare legate în paralel este mai mică decât cea mai mică rezistență din grup.

Exemple:

1. Care este valoarea rezistenței echivalente (R_T) care ar înlocui două rezistoare legate în paralel, având următoarele valori: $R_1 = 5\ \Omega$ și $R_2 = 3\ \Omega$ (figura 4).

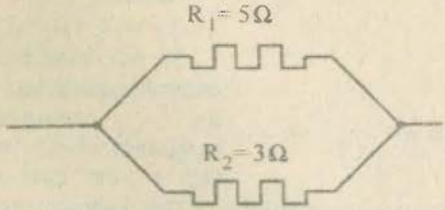


Fig. 4 - Două rezistoare în paralel

Rezolvare:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{5} + \frac{1}{3} = \frac{8}{15}$$

de unde:

$$R_T = \frac{15}{8} = 1,87\ \Omega\ .$$

2. Care este valoarea rezistenței echivalente R_T care ar înlocui un grup de trei rezistoare legate în paralel,

având următoarele valori: $R_1 = 12\ \Omega$, $R_2 = 0{,}5\ \Omega$, $R_3 = 4\Omega$ (fig. 5).

Rezolvare:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{0{,}5} + \frac{1}{4} = \frac{4 + 24 + 3}{12} = \frac{31}{12},$$

de unde:

$$R_T = \frac{12}{31} = 0{,}38\ \Omega$$

(mai mică decât cea mai mică rezistență a grupului - $0{,}5\ \Omega$).

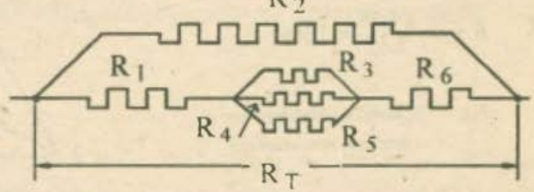


Fig. 5 - Legarea mixtă a rezistoarelor

Prin legarea mixtă a rezistoarelor se înțelege legarea în serie și în paralel a acestora, ca în figura 5. Rezistența echivalentă a grupului se determină aflând pe rând rezistențele legate în serie separat și cele legate în paralel separat, după care aflăm rezistența echivalentă totală.

Exemplu:

Să se determine valaorea rezistenței echivalente R_T din figura 6, unde: $R_1 = 1\ \Omega, R_2 = 2\ \Omega, R_3 = 3\ \Omega, R_4 = 4\ \Omega, R_5 = 5\ \Omega$ și $R_6 = 6\ \Omega$.

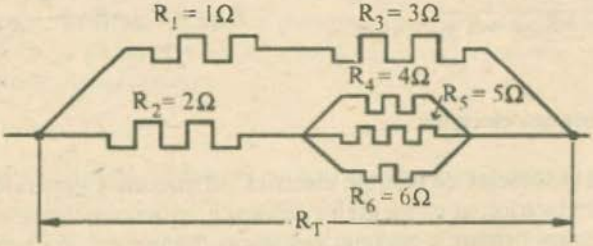


Fig. 6 - Legarea mixtă a rezistoarelor

Vom determina succesiv:

a) valoarea celor trei rezistoare în paralel (R_4, R_5, R_6);

b) valorile rezistoarelor în serie din cele două ramuri rămase ($R_1 + R$ ... R + echivalent R_4, R_5, R_6);

c) valoarea rezistenței echivalente totale.

$$\text{a)}\ \frac{1}{R} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} = \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} = \frac{37}{60},$$

de unde: $R = \frac{60}{37} = 1{,}62\Omega$

b) $R_1+R_3=1+3=4\Omega$;

$R_2+R=2+1{,}62=3{,}62\ \Omega$;

c) $\frac{1}{R_T}=\frac{1}{4}+\frac{1}{3{,}62}=\frac{7{,}62}{14{,}48}$,

de unde:

$R_T=\frac{14{,}48}{7{,}62}=1{,}9\ \Omega$.

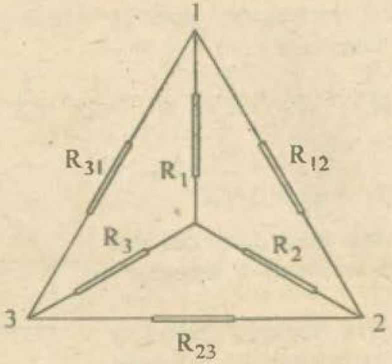


Fig. 7 - Schema de transformare a conexiunii stea-triunghi

Transformarea unei stele în triunghi și a unui triunghi în stea

$$R_1=\frac{R_{12}\cdot R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}};\qquad R_{12}=R_1+R_2+\frac{R_1\cdot R_2}{R_3};$$

$$R_2=\frac{R_{12}\cdot R_{23}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}};\qquad R_{23}=R_2+R_3+\frac{R_2\cdot R_3}{R_1};$$

$$R_3=\frac{R_{23}\cdot R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}.\qquad R_{31}=R_1+R_3+\frac{R_1\cdot R_3}{R_2}.$$

5.2.2. Tensiunea electrică

În interiorul surselor de energie electrică (al mașinilor generatoare rotative din centralele electrice, al elementelor galvanice, al acumulatoarelor etc.), unde se produce o transformare a energiei mecanice, chimice etc. în energie electrică, ia naștere o forță electromotoare.

De asemenea, în momentul în care la bornele acestor surse se racordează receptoare electrice, ia naștere un curent electric de o anumită intensitate (I), curent care este debitat în exterior , în conductorul liniei electrice, până la receptoare.

La bornele sursei -datorită pierderilor din interior- forța electromotoare are o valoare mai mică, și acesteia i s-a dat denumirea de tensiune electrică (U).

$U=E-rI$.

unde:

rI reprezintă pierderea (de tensiune) interioară.

(r - rezistența electrică interioară a sursei, iar I - curentul electric produs și debitat în conductoarele liniei electrice racordate la sursă).

Tensiunea electrică se măsoară în volți (V). Ea scade în lungul conductoarelor prin care trece curentul electric cu atât mai mult cu cât rezistența electrică a conductoarelor este mai mare, producându-se așa-numita pierdere de tensiune din conductoare (similară celei din interiorul surselor de energie electrică).

5.2.3. Legea lui Ohm

Legea lui Ohm stabilește o legătură între cele trei mărimi de bază: intensitate, tensiune și rezistență, dintr-un circuit electric închis. Ea se enunță stfel: *intensitatea curentului electric care trece printr-un circuit este direct proporțională cu tensiunea electrică aplicată acelui circuit și invers proporțională cu rezistența electrică a circuitului*. Adică:

$$I = \frac{U}{R}$$

în care:

I este intensitatea măsurată în amperi (A);

U - tensiunea electrică măsurată în volți (V);

R - rezistența electrică măsurată în ohmi (Ω).

Potrivit legii lui Ohm, dacă la un circuit electric se cunosc două din cele trei mărimi de bază, se poate afla cea de a treia mărime. Legea poate apărea deci și sub următoarele două forme:

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{sau} \quad U = R\,I$$

De reținut că legea lui Ohm este valabilă atât pentru un circuit electric închis, cât și pentru porțiuni din circuitul respectiv.

Legea lui Ohm se poate aplica după cum urmează (vezi figura 8).

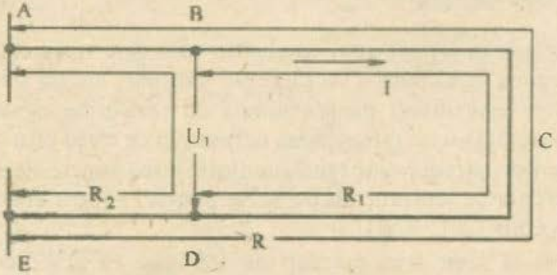


Fig. 8. - Circuit electric

a) întregului circuit ABCDE:

$$U = RI \quad \text{sau} \quad I = \frac{U}{R}$$

b) porțiunii de circuit BCD:

$$U_1 = R_1 I \quad \text{sau} \quad I = \frac{U_1}{R_1}$$

c) porțiunii de circuit ABDE:

$$U - U_1 = R_2 I \quad \text{sau}$$

$$I = \frac{U_1 - U_2}{R_2} = \frac{U}{R_2}$$

De reținut că $U - U_1$ reprezintă tocmai pierderea de tensiune (ΔU) pe distanța AB a circuitului. Putem deci, pe baza legii lui Ohm, să determinăm pierderea de tensiune pe diferite porțiuni ale unui circuit, dacă cunoaștem curentul respectiv, precum și rezistența electrică a porțiunii considerate.

Exemple:

Tensiunea electrică de alimentare a unui circuit este de 24V, iar rezistența circuitului de 6 Ω. Să se determine valoarea curentului (I) care trece prin circuit.

Fig. 9 - Circuit electric

Rezolvare:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24}{6} = 4 \text{ A}$$

Care este rezistența unui fierbător electric pentru tensiunea de 220V prin care trece un curent de 2,2A ?

Rezolvare:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{2,2} = 100 \, \Omega$$

5.2.4. Pierderea de tensiune (ΔU)

Tensiunea scade în lungul unui conductor prin care trece curentul electric, producându-se ceea ce numim o pierdere de tensiune, notată obișnuit cu ΔU. Această pierdere este direct proporțională cu rezistența conductorului (pe porțiunea considerată) și cu intensitatea curentului ce trece prin acel conductor (RI). Cu alte cuvinte, pierderea de tensiune dintre două puncte ale unui conductor reprezintă diferența de tensiune dintre acele puncte. Pentru determinarea ei se aplică legea lui Ohm ($\Delta U = RI$).

Rezultă deci că vom avea pierderi de tensiune cu atât mai mari cu cât conductorul are o lungime mai mare și cu cât secțiunea este mai mică. De

asemenea, dacă pentru un același conductor crește intensitatea care trece prin el (I), vom avea pierderi de tensiune mai mari.

Pentru buna funcționare a receptoarelor trebuie să avem la bornele acestora o tensiune de alimentare cât mai apropiată de tensiunea lor nominală. Pentru aceasta, pierderile de tensiune admise, atât în rețelele de transport și distribuție a energiei electrice, cât și în instalațiile de utilizare, sunt limitate la anumite procente maxime.

Astfel, în rețelele electrice de distribuție ele pot fi de maxim 0,5%; în coloanele branșamentelor electrice individuale (porțiunea de branșament de la intrarea în clădire și până la contor) de 1%; la coloanele principale colective din blocuri de 0,5% etc.

Pierderile de tensiune maxim admise în instalațiile electrice de utilizare, de la tabloul general al instalațiilor și până la ultimul receptor (lampă, motor etc.), pentru sarcina maximă la care au fost proiectate instalațiile, sunt următoarele:

a) În cazul alimentării instalațiilor prin branșarea directă la rețelele electrice de joasă tensiune:

- 3% pentru instalații de iluminat;
- 5% pentru restul instalațiilor de orice fel.

b) În cazul alimentării instalațiilor printr-o centrală proprie sau printr-un post de transformare:

- 8% pentru instalații de iluminat;
- 10% pentru restul instalațiilor de orice fel.

c) În cazul alimentării lămpilor cu tensiuni reduse (sub 42V), pierderea maximă admisă în conductoare este de 10%.

La pornirea electromotoarelor se produce o pierdere de tensiune foarte pronunțată în circuitul de alimentare, datorită curentului mare absorbit la pornire de către electromotor pentru un timp foarte scurt (șocul de pornire). Pierderea maximă de tensiune admisă în momentul pornirii electromotoarelor se indică de către constructorul acestora și de ea trebuie să se țină seama la dimensionarea circuitelor de alimentare.

Păstrarea tensiunii la o valoare cât mai apropiată de cea nominală este de mare importanță, deoarece la valori mai scăzute ale acesteia electromotoarele trifazate pierd din puterea lor mecanică, fierbătoarele și încălzitoarele electrice nu mai produc căldura prescrisă, iar becurile electrice pierd în și mai mare măsură din intensitatea lor luminoasă.

Problemă:

Să se determine pierderea de tensiune în volți și în procente pentru o porțiune dintr-un conductor având rezistența de 0,5 Ω, prin care trece un curent de 8A, tensiunea de alimentare fiind de 220V.

$\Delta_U = R\,I = 0{,}5 \cdot 8 = 4V$.

iar în procente (%): $\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{4 \cdot 100}{220} = 1,8\%$

5.2.5. Legile lui Kirchhoff

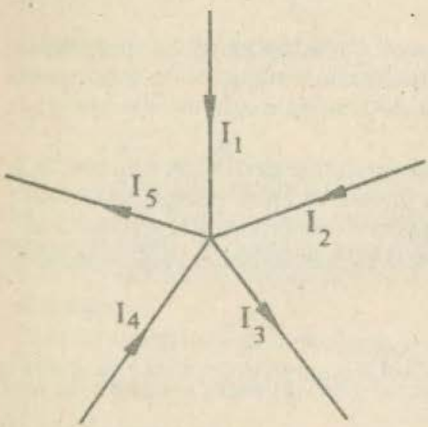


Fig. 10 - Curenți electrici într-un nod

Legile lui Kirchhoff stabilesc modul în care circulă curentul electric prin conductoarele electrice legate între ele (ramificat și buclat).

Legea I: Dacă mai multe conductoare prin care circulă curenți electrici se întâlnesc într-un punct comun (nod), suma curenților care intră în acel punct este egală cu suma curenților care pleacă din acel punct, conform figurii 10:

$i_1+i_2+i_4=i_3+i_5$.

Însemnând în mod convențional cu semnul + (plus) curenții care vin spre nodul de legătură și cu semnul - (minus) curenții care pleacă din nod, suma algebrică este egală cu zero.

Adică: $i_1+i_2-i_3+i_4-i_5=0$.

Legea a II-a: Într-un circuit electric închis, suma algebrică a forțelor electromotoare este egală cu suma algebrică a pierderilor de tensiune.

Adică: $\sum E = \sum R \cdot I$

Această regulă se aplică ținând seama de cele de mai jos:

- forțele electromotoare întâlnite în sensul polul (-) spre polul (+) se adună; cele întâlnite în sensul polul (+) spre polul (-) se scad;

- pierderile de tensiune întâlnite în sensul curentului se adună; cele întâlnite în sens invers se scad.

Exemplu:

În figura 11 este indicat un circuit electric cu două forțe electromotoare și două rezistoare, având valorile de pe figură. Să se determine valoarea curentului I (figurat în schemă).

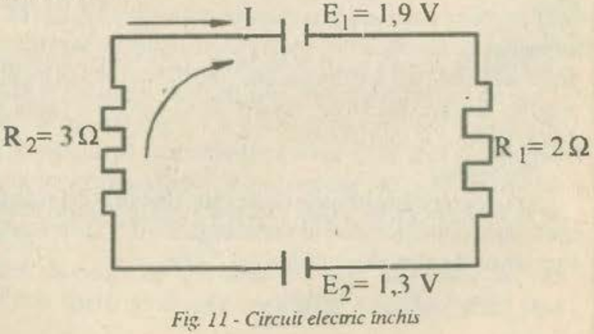


Fig. 11 - Circuit electric închis

Parcurgând circuitul în sensul de circulație indicat pe figură, scriem legea a-II-a a lui Kirchhoff:

$-E_1+E_2=IR_1+IR_2;$

$-1,9+1,3=2I+3I;$

$-0,6=5I,$

de unde:

$$I=-\frac{0,6}{5}=-0,12\text{ A}.$$

Semnul minus pentru curent înseamnă că sensul real al circuitului este invers celui ales.

Practic, legea a-II-a a lui Kirchhoff se mai poate exprima și astfel:

Într-o buclă de rețea electrică suma algebrică a pierderilor de tensiune (RI) din porțiunile buclei dintre noduri este egală cu zero. În cazul din figura 12 (însemnând, în mod convențional, cu semnul +(plus) sensul de rotire arătat în figură pentru curent și cu semnul - (minus) sensul invers al curentului), vom avea:

$$R_1I_1-R_2I_2-R_3I_3-R_4I_4=\sum RI=0$$

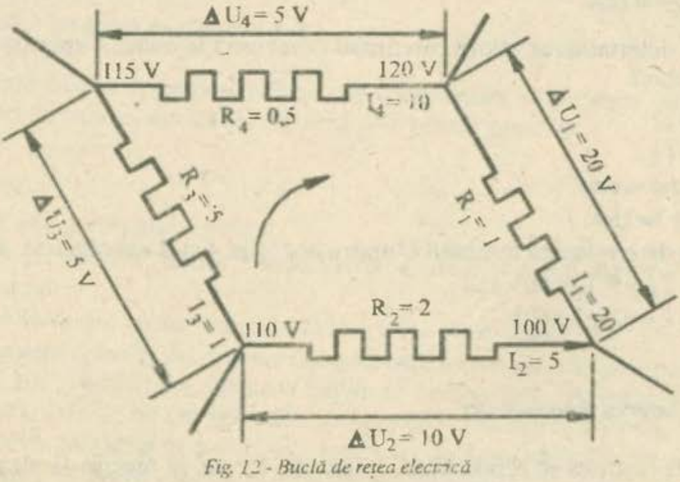


Fig. 12 - Buclă de rețea electrică

În cazul nostru, înlocuind cu valorile din figură:

$(1\cdot 20)-(2\cdot 5)-(5\cdot 1)-(0,5\cdot 10)=0$

Cu ajutorul legilor lui Kirchhoff putem determina îndeosebi valorile și sensurile curenților care circulă în diferite circuite analizate.

Problemă:

Având două rezistoare legate în parelel, $R_1=5\ \Omega$ și $R_2=20\ \Omega$, să se determine curentul ce trece prin rezistorul R_1, cunoscând că prin R_2 trece un curent de 3A.

De asemenea, să se determine curentul I care intră în nodul A și iese prin B și diferența de tensiune U dintre cele două noduri A și B.

Rezolvare:

Cele două rezistoare formând o buclă (circuit închis), putem aplica legea a doua a lui Kirchhoff. Potrivit figurii 13, alegem sensul de parcurgere al curentului indicat.

$-R_1 I_1$ va fi pozitiv, deoarece se parcurge în sensul indicat (curentul I_1), iar

$-R_2 I_2$ va fi negativ, deoarece sensul de parcurs este inversul sensului indicat (curentul I_2).

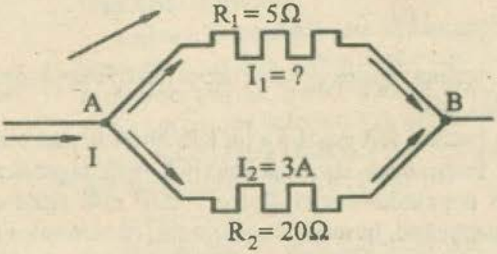


Fig. 13 - Rezistențe în paralel

$R_1 I_1 - R_2 I_2 = 0$,

înlocuind avem:

$5 I_1 - (20 \cdot 3) = 0$; $5 I_4 = 20 \cdot 3$,

de unde:

$$I_1 = \frac{20 \cdot 3}{5} = 12\text{A}$$

Pentru determinarea valorii curentului I care intră în nodul A aplicăm legea I a lui Kirchhoff:

$\sum I = 0$;

$I = I_4 + I_2$,

înlocuind avem:

$I = 12 + 3 = 15\text{A}$

Pentru determinarea tensiunii U dintre nodurile A și B aplicăm relația:

$U = R_1 I_1 = 5 \cdot 12 = 60\text{V}$ sau

$U = R_2 I_2 = 20 \cdot 3 = 60\text{V}$.

5.2.6. Puterea electrică (P)

Puterea electrică se exprimă sub mai multe forme, în funcție de elementele cunoscute, prin relațiile de mai jos.

În cazul curentului continuu:

$$P = UI; P = RI^2; P = \frac{U^2}{R}.$$

În cazul curentului alternativ monofazat, formula puterii este:

a) Pentru puterea activă:

$P_a = UI \cos \varphi$.

b) Pentru puterea reactivă:

$P_r = UI \sin \varphi$.

În cazul curentului alternativ trifazat, formula puterii este:

a) Pentru puterea activă:

$P_a = \sqrt{3}\ UI \cos \varphi$.

b) Pentru puterea reactivă:

$P_r = \sqrt{3}\ UI \sin \varphi$.

Între unitățile de măsură ale puterii mecanice și ale puterii electrice există următoarele relații:

1 kgm/s=9,81W; 1CP=736W; 1kW=1,36 CP.

Puterea electrică se măsoară cu wattmetrul.

Problemă:

Un reșou electric are notate pe tăblița lui următoarele date: U=220V și I=5A. Care este puterea lui electrică?

Rezolvare:

$P = UI = 220 \cdot 5 = 1100$W.

5.2.7. Pierderea de putere (ΔP)

Odată cu pierderea de tensiune din conductoare se produce simultan și o pierdere de putere. Aceasta se exprimă prin relația generală:

$\Delta P = R_T I^2$,

în care:

Δ P este pierderea de putere;

R_T - rezistența tuturor conductoarelor circuitului sau ale liniei electrice considerate;

I - intensitatea curentului ce străbate circuitul sau linia.

În general, pentru circuite sau linii electrice nu se ține seama de pierderea de putere din conductoare. Această pierdere devine însă importantă la liniile electrice lungi și de care se ține seama la dimensionarea conductoarelor, deoarece, procentual, pierderea de putere este mai mare decât pierderea de tensiune.

Puterea, respectiv energia pierdută în conductoare, se transformă în căldură.

5.2.8. Randamentul (η)

Pierderi de puteri electrice avem nu numai la transportul energiei electrice prin rețele, ci peste tot unde transmitem sau transformăm energia electrică (transformatoare, electromotoare, lămpi etc.).

Raportul dintre puterea (mai mică) obținută după transportul sau după transformarea ei, numit putere utilă (P_u), și puterea de transport sau cea absorbită efectiv de electroreceptoare, numită putere absorbită (P_a), se numește reandament (η) și este mai mic decât unitatea. Deci:

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_u}{P_u + P} = \frac{P_u}{P_u + RI^2} < 1.$$

În afară de pierderile prin efectul Joule (căldură), la transportul și transformarea energiei electrice se mai produc și alte pierderi, cum sunt cele electromagnetice. De asemenea, la electromotoare, de exemplu, se mai produc și pierderi mecanice (frecare în lagăre etc.).

Dacă se iau în considerare numai pierderile prin efectul Joule, atunci se obține randamentul electric (η_e), iar dacă se iau în considerare toate pierderile intervenite în transportul sau transformarea energiei electrice, se obține randamentul total (η).

De reținut că la electromotoare puterea înscrisă pe plăcuța lor, precum și cea trecută în prospecte reprezintă puterea utilă (la arbore).

Exemple:

*Ce putere electrică absoarbe din rețea un motor electric monofazat care funcționează la tensiunea de U=220V, cu o intensitate nominală I=10A și un factor de putere cos φ=0,85?

De asemenea, ce putere utilă redă la arborele său electromotorul, dacă randamentul său η =0,92?

Rezolvare:

Puterea absorbită (de un electromotor monofazat) este dată de formula:

$P_a=UI \cos\varphi$, înlocuind avem:

$P_a=220 \cdot 10 \cdot 0{,}85=1870W=1{,}870kW$.

Puterea utilă se obține din relația:

$P_u=P_a \cdot \eta$, înlocuind avem:

$Pu=1{,}870 \cdot 0{,}92=1{,}720kW$.

*Un electromotor trifazat este racordat la o rețea de 380/220V și absoarbe o intensitate nominală de 5A: factorul de putere al electromotorului este de 0,9 și randamentul său de 0,95.

Ce putere, exprimată în *CP*, are electromotorul?

Rezolvare:

Puterea absorbită este dată de formula:

$P_a= \sqrt{3}\, UI \cos\varphi=1{,}73 \cdot 380 \cdot 5 \cdot 0{,}9=2958W$.

Știind că 1CP=736W,

avem:

$$P_a\,(CP)=\frac{2958}{736}=4{,}02\ CP,$$

iar

$$P_u=P_a\cdot\eta=4{,}02\cdot 0{,}95=3{,}819\ CP.$$

* O microcentrală trebuie să alimenteze printr-o linie electrică de transport un electromotor de 100CP dintr-o stație de pompare. Randamentul electromotorului este de 0,9, iar pierderea de putere admisă în linia de transport trebuie să fie de 10% din puterea absorbită de electromotor. Să se determine:

a) puterea ce va trebui să o debiteze microcentrala în linie (P);

b) randamentul liniei de transport (η_L).

Rezolvare:

a) puterea absorbită de electromotor va fi:

$$P_a=\frac{P_u}{\eta}=\frac{100\cdot 736}{0{,}9}=81{,}8\ kW.$$

Pierderea în linia de transport va fi:

$$\Delta P=\frac{10}{100}\cdot P_a=\frac{10\cdot 81{,}8}{100}=8{,}18kW.$$

deci:

$$P=Pa+\Delta P=81{,}8+8{,}18=90kW.$$

b) $\eta_L=\frac{P_a}{P}=\frac{81{,}8}{90}=0{,}91.$

5.2.9. Coeficientul de cerere (Cc)

Într-un atelier sau într-o fabrică sunt multe receptoare electrice de tot felul. Acestea nu lucrează toate odată (simultan) și nici toate încărcate la plină sarcină. În această situație, puterea electrică absorbită de toate receptoarele atelierului sau ale fabricii este mai mică decât puterea totală instalată în receptoare.

Raportul dintre puterea maximă absorbită de o instalație electrică și puterea totală instalată în receptoarele acelei instalații se numește coeficientul de cerere (Cc) și el este mai mic decât 1 (subunitar):

$$C_c=\frac{P_a}{P_i}<1$$

Obișnuit, în practica de proiectare -dacă nu există deja stabilit în normativele tehnice de specialitate- coeficientul de cerere se calculează după următoarea formulă:

$$C_{cerere}=\frac{K_s\cdot K_i}{\eta_m\cdot\eta_r}.$$

în care:

K_s este coeficientul mediu de simultaneitate al funcționării motoarelor (în măsura în care acestea acționează simultan);

K_i -coeficientul mediu de încărcare a motoarelor electrice din instalația considerată, aflate în funcțiune (în măsura în care motoarele sunt încărcate la sarcina lor nominală);

η_m- randamentul mediu general al electromotoarelor, corespunzător coeficientului mediu de încărcare a lor (K_i);

η_r-randamentul mediu general al rețelelor care alimentează motoarele electrice.

Cu titlu informativ în tabelele 3 și 4 se dau câțiva coeficienți de cerere pentru diferite categorii de receptoare, care se aplică în cazul marilor unități industriale.

VALORILE COEFICIENȚILOR DE CERERE PENTRU DIFERITE RECEPTOARE ELECTRICE (VALORI INFORMATIVE)

Tabelul 3

Nr. Crt.	Categoria receptorului	Coeficient de cerere
1	Aeroterme	0.55-0.65
2	Compresoare	0.75
3	Exhaustoare	0.8
4	Mori cu ciocane	0.75
5	Macarale cu graifere	0.18
6	Mașini unelte de prelucrat metale, cu regim normal de lucru (strunguri, mașini de frezat, polizoare etc.)	0.20-0.30
7	Mașini unelte cu regim foarte greu de lucru (ciocane, tambure de curățire etc)	0.3-0.35
8	Pompe de apă cu sarcină continuă	0.75
9	Șnecuri	0.6
10	Aparate de sudură cu arc	0.4
11	Cupotoare cu rezistență (încărcare continuă)	0.85
12	Electrofiltre	0.55
13	Separatoare magnetice	0.5
14	Instalații de iluminat pentru clădiri mici, până la 200m^2	1
15	Idem clădiri sociale și administrative, școli, laboratoare	0.9
16	Idem pentru magazii	0.6

5.2.r). Energie electrică (W)

Energia electrică produsă, transportată sau consumată se poate determina făcând produsul dintre puterea electrică respectivă și timpul considerat (W=P·t).

Energia electrică este de două feluri, și anume:

- energie electrică activă;
- energie electrică reactivă.

Energia electrică activă este energia de bază care se folosește în toate activitățile unde energia electrică este solicitată, ea putându-se transforma în energie mecanică, luminoasă, calorică etc.

Energia electrică reactivă este o energie electrică complementară, care servește la magnetizarea bobinajelor diverselor receptoare inductive (transformatoare, motoare etc.), racordate la rețelele electrice.

Se urmărește permanent ca circulația acestei energii reactive -prin rețelele electrice de transport, distribuție și utilizare- să fie cât mai mică, dându-se posibilitatea energiei electrice active (energie utilă) să circule până la capacitatea maximă a liniilor și rețelelor. Acest lucru se poate realiza, deoarece energia electrică reactivă poate fi produsă și local (cu ajutorul bateriilor de condensatoare și al compensatoarelor sincrone -așa cum vom vedea în cele ce urmează- astfel că nu este necesar ca ea să fie produsă de centralele electrice și transportată prin rețele până la receptoarele inductive menționate.

Energia electrică se notează, în general, cu W și valoarea ei se determină prin următoarele relații:

În curent continuu:

$$W=U\cdot I\cdot t \qquad W=RI^2t \qquad W=\frac{U^2}{R}\cdot t$$

În curent alternativ:

a) Energie activă în curent monofazat și trifazat:

$$W_a=UI\cos\varphi\cdot t \quad ; \quad W_a=\sqrt{3}\,UI\cos\varphi\cdot t$$

b) Energie reactivă în curent monofazat și trifazat:

$$W_r=UI\sin\varphi\cdot t \quad ; \quad W_r=\sqrt{3}\,UI\sin\varphi\cdot t$$

Unitatea de măsură pentru energie electrică activă este:

- Wattora (Wh) sau multiplul său, kilowattora (kWh), iar pentru energia electrică reactivă este:

- Voltamper reactiv-oră (Varh) sau multiplul său, kilovoltamperreactiv-oră (kVarh).

Energia electrică se măsoară cu contoarul electric (de energie activă, respectiv de energie reactivă).

VALORILE COEFICIENȚILOR MEDII DE CERERE PENTRU DIFERITE RAMURI INDUSTRIALE (VALORI INFORMATIVE) Tabelul 4

Nr. Crt.	Ramură industrială	Coeficient mediu de cerere
0	1	2
1	Industria extracției cărbunelui (exclusiv turba)	0.37
2	Industria extracției țițeiului, a gazelor petroliere și a gazolinei	0.34
3	Industria chimică propriu-zisă (cuprinde producția de acizi, baze, săruri organice și anorganice, negru de fum, carbid, îngrășăminte chimice, fire și fibre din celofibră, relon, viscoză, cauciuc sintetic, PVC etc.	0.53
4	Industria cimentului (exclusiv carierele)	0.59
5	Industria de cherestea	0.42
6	Industria celulozei și hârtiei (inclusiv exploatarea stufului)	0.43
7	Industria textilă (prelucrarea primară a bumbacului, inului, iutei, lânei și mătăsii naturale, filarea și prelucrarea firelor de bumbac, producerea țesăturilor de bumbac, vată medicinală etc. Filarea lânei, producerea de țesături de lână, țesături din mătase naturală și artificială, tricoteje de toate felurile etc.)	0.50
8	Industria confecțiilor (producerea de îmbrăcăminte, pălării, lenjerie de corp, cu excepția tricotajelor de corp, de pat și casnică, repararea și recondiționarea îmbrăcămintei)	0.45
9	Industria pielăriei, blănurilor și încălțămintei	0.34
10	Industria cărnii (abatoare și produse preparate din carne)	0.37
11	Industria laptelui și produselor lactate (inclusiv lapte praf și concentrate)	0.38
12	Industria uleiurilor și grăsimilor vegetale	0.43
13	Industria morăritului și produselor făinoase	0.53
14	Indusria sticlei	0.36
15	Industria metalurgiei feroase și neferoase	0.33

Nr. Crt.	Ramură industrială	Coeficient mediu de cerere
0	1	2
16	Industria constructoare de mașini	0.29
17	Industria zahărului, produselor zaharoase și de cofetărie	0.44
18	Industria conservelor (carne, pește, legume, fructe)	0.37
19	Industria sării (extracția sării, saline, mori de sare)	0.34
20	Industria frigului (frigorifere, fabrici de gheață)	0.50
21	Industria poligrafică (întreprinderi poligrafice, legătorii etc.)	0.20
22	Agricultură (exclusiv AGROMEC și stații de pompare pentru irigații)	0.39
23	AGROMEC	0.45

Exemple:

* Câtă energie electrică consumă o lampă alimentată la o tensiune de 220V prin care trece un curent de 0,3A, dacă ea funcționează timp de 15 minute?

Rezolvare:

$$W = UI \cdot t = 220 \cdot 0{,}3 \cdot \frac{15}{60} = 16{,}5 \text{ Wh} = 0{,}016 \text{ kWh}.$$

* Un radiator electric, având rezistența $R = 20\ \Omega$, este străbătut de un curent $I = 10$A și funcționează timp de două ore și 45 minute.

Câtă energie electrică consumă?

Rezolvare:

$W = RI^2 T$, înlocuind și transformând și minutele în ore

$\frac{45}{60} = 0{,}75$, avem :

$$W = 20 \cdot 10^2 \cdot 2{,}75 = 5500 \text{ Wh} = 5{,}500 \text{ kWh}.$$

* Un motor electric, având o putere de 5 CP, funcționează timp de o jumătate de oră. Câtă energie electrică consumă?

Rezolvare:

$W = P \cdot t$.

Transformăm CP în kW: 5 CP = $5 \cdot 736$ W = 3680 W.

înlocuind avem: W = $3680 \cdot 0{,}5$ = 1840 Wh = 1,840 kWh.

5.2.11. Legea lui Joule-Lenz (Efectul termic al curentului electric)

La trecerea curentului electric printr-un conductor, o parte din energia electrică transportată se transformă în căldură datorită rezistenței pe care o opune materialul din care este confecționat conductorul. Acest efect al curentului electric se numește efectul termic. Cantitatea de căldură produsă este cu atât mai mare cu cât rezistența electrică a conductorului, intensitatea curentului și timpul de trecere al curentului sunt mai mari. Cele de mai sus sunt concretizate de legea lui Joule, care stabilește următoarele: cantitatea de căldură ce se produce într-un rezistor străbătut de un curent electric este egală cu produsul dintre echivalentul caloric al energiei electrice, rezistență, pătratul intensității curentului și timp.

Astfel, la trecerea unui curent electric I printr-un rezistor R, timp de t secunde, se produce o cantitate de căldură Q, a cărei valoare este dată de relația:

$Q=0{,}24\,RI^2t$,

în care:

Q este măsurată în calorii (joule);

R - măsurată în ohmi;

I - măsurată în amperi;

t - măsurată în secunde.

0,24 este cantitatea de căldură în calorii produsă de 1 Wattsecundă (1 joule).

Din analiza relației de mai sus rezultă că pentru a nu se depăși anumite limite de temperatură în conductoarele străbătute de curenți mari și de lungă durată trebuie prevăzute secțiuni mari, corespunzătoare (cu rezistențe electrice mici).

Unitatea de măsura pentru căldură este caloria-gram (caloria mică); ea este egală cu căldura necesară unui gram de apă distilată pentru a-și ridica temperatura cu 1°C.

În practică se folosește o unitate de măsură pentru căldură de 1000 de ori mai mare, și anume: kilocaloria (caloria mare).

De reținut:

1 Ws = 1J = 0,238 cal;

1 kWh = 3600000 J = 860 kcal;

1 kgm = 9,81 J= 2,343 cal;

1 cal = 4,187 J;

1 kcal = 426,9 kgm (echivalentul mecanic al căldurii);

1 kW = 1,36 CP;

1 CP = 736 W;

1 CP = 75 kgm/s

5.3. DETERMINAREA SECȚIUNII CONDUCTOARELOR ELECTRICE

5.3.1. Dimensionarea conductoarelor electrice

Dimensionarea conductoarelor electrice din rețelele de distribuție și din instalațiile de utilizare se face ținându-se seama de următoarele condiții care trebuie îndeplinite simultan:

- rezistența mecanică suficientă a conductoarelor;
- nedepășirea limitei de încălzire a conductoarelor;
- nedepășirea unui anumit procent de pierdere de tensiune în conductoare;
- nedepășirea unui anumit procent de pierdere de putere în conductoare;
- stabilitate dinamică suficientă la scurtcircuite (în cazul barelor).

Rezistența mecanică a conductoarelor în timpul montării și exploatării lor se asigură prin secțiunile minime (indiferent de încărcare), stabilite de normativele tehnice pentru diferite categorii de conductoare, precum și prin anumite distanțe-limită admise între suporturile acestora.

Condiția esențială la dimensionarea conductoarelor este aceea de a nu depăși o anumită limită de încălzire a lor. O încălzire exagerată ar deteriora izolația și ar putea da naștere la incendii în instalațiile de utilizare sau ar produce pierderi mari de energie (prin căldura degajată) în rețelele de distribuție cu conductoare neizolate.

Pentru evitarea supraîncălzirii trebuie respectate, la dimensionarea conductoarelor, intensitățile maxime admisibile ale curenților (în regim permanent), prevăzute în normativele tehnice, pentru diferite secțiuni, tipuri și feluri de materiale. Aceastea se aplică pentru conductoare, bare și cabluri.

Pentru funcționarea normală a receptoarelor electrice este necesar să se asigure la bornele acestora o tensiune cât mai apropiată de tensiunea lor nominală, adică să se evite o pierdere de tensiune prea mare în conductoarele de alimentare respective. În acest scop sunt fixate anumite limite de pierderi procentuale de tensiune în rețele, branșamente și instalații de utilizare (de iluminat și de forță), care nu trebuie depășite.

În cazul liniilor electrice de transport, al rețelelor de distribuție și, în general, acolo unde transportul energiei electrice se face pe distanțe mari, este obligatoriu ca la dimensionarea conductoarelor respective să se țină seama și de anumite limite de pierderi procentuale de putere.

În cazul barelor electrice, stabilitatea dinamică trebuie verificată prin calcul -pentru diferite materiale- folosindu-se valorile rezistențelor la încovoiere, stabilite în normative.

Pentru determinarea secțiunilor conductoarelor (din instalațiile electrice de utilizare) calculul poate fi condus în două feluri, și anume:

Prima cale. Calculăm mai întâi, cu ajutorul formulelor respective, intensitatea curentului (I) care va circula prin conductoare (având cunoscută, bineînțeles, puterea receptoarelor și celelalte date), după care se procedează astfel:

* Determinarea secțiunii conductoarelor cu ajutorul formulelor care ne dau secțiunea pentru o pierdere de tensiune (sau de putere) dată. Aceasta se rotunjește întotdeauna în plus la valoarea secțiunii normalizate.

* Verificarea la încălzire a secțiunii obținute (consultând tabelele din normativ cu încărcările conductoarelor), adică se verifică în tabele dacă intensitatea curentului care va circula prin conductoare nu este mai mare decât cea maximă admisă pentru această secțiune. În cazul în care curentul din conductoare este mai mare decât cel admis, secțiunea se mărește corespunzător indicațiilor din tabele.

În instalațiile pentru electromotoare, în afară de verificarea la încălzire, mai verificăm secțiunea la care ne-am fixat și la:

- densitatea de curent din conductoare la pornirea motoarelor (maximum $20A/mm^2$ la Al și maximum $35A/mm^2$ la Cu);

- pierderea de tensiune din conductoare la pornirea motoarelor (indicată de constructorul motoarelor).

A doua cale. Determinăm mai întâi intensitatea curentului (I) ce va circula prin conductoare, după care procedăm invers ca mai sus.

Astfel:

* Stabilim secțiunea care să corespundă la încălzire; pentru aceasta consultăm tabelele din normativ și alegem secțiunea nominală care corespunde curentului (I) determinat.

* Verificăm cu ajutorul formulelor dacă secțiunea aleasă corespunde la pierderea de tensiune admisă în regim permanent precum și în regim tranzitoriu la densitatea de curent și pierderea de tensiune la pornirea motoarelor, dacă este cazul.

În cele ce urmează se indică formulele și modul lor de folosire pentru calcularea secțiunii conductoarelor electrice.

Formula prin care se determină secțiunea unui conductor, care să corespundă la o pierdere de tensiune dată, derivă din relația cunoscută a pierderii de tensiune.

Astfel, în cazul curentului continuu (cc) avem:

$\Delta U_v = RI$,

înlocuind pe $R = \frac{l}{\gamma S}$ obținem:

$$S = \frac{I \cdot l}{\gamma \Delta U_v} .$$

în care:

l este lungimea conductorului, în m;

I - intensitatea din linia electrică, în A;

γ - conductivitatea;

ΔU_v - pierderea de tensiune considerată în calcule, în V.

În cazul curentului alternativ (ca), formula de mai sus capătă variantele prezentate la 5.3.2. și 5.3.3., prezentate în continuare.

5.3.2. Instalații monofazate

- Când pierderea de tensiune se dă în volți(ΔU_v):

$S=\frac{2lI}{\gamma \Delta U_v}$ (pentru sarcini neinductive; rezistențe chimice);

$S=\frac{2lI\cos\varphi}{\gamma \Delta U_v}$ (pentru sarcini inductive; motoare, transformatoare etc.).

- Când pierderea de tensiune se dă în procente din tensiunea U:

$S=\frac{100\cdot 2\cdot l\cdot I}{\gamma \Delta U_{\%}\cdot U}$, respectiv $S=\frac{100\cdot 2\cdot l\cdot I\cdot \cos\varphi}{\gamma \Delta U_{\%}\cdot U}$.

Dacă se consideră în calcule puterea (P) în loc de intensitatea (I), avem:

- Când pierderea de tensiune se dă în volți:

$S=\frac{2lP}{\gamma \Delta U_v\cdot U}$.

- Când pierderea de tensiune se dă în procente:

$S=\frac{100\cdot 2\cdot l\cdot P}{\gamma \Delta U_{\%}\cdot U^2}$.

În cazul în care, la linii lungi, trebuie să se calculeze secțiunea conductoarelor pe baza pierderii procentuale de putere din acele linii (P%), atunci se folosește formula:

$S=\frac{100\cdot 2\cdot l\cdot P}{\gamma \Delta P_{\%}\cdot U^2\cos\varphi}$

Observații: De reținut că l este, în toate cazurile, lungimea simplă a liniei.

Uneori, în formulele secțiunii, se folosește rezistența specifică (ρ) în loc de conductivitatea (γ). În acest caz se introduce, bineînțeles, la numărătorul formulelor respective, deoarece:

$\rho=\frac{1}{\gamma}$

Exemplu de calcul

* Ce secțiune este necesară la conductoarele de Al ale unui circuit de iluminat monofazat în lungime de 30m (dintr-un atelier), care va alimenta 12 lămpi cu incandescență de câte 200W, la 220V?

Pierderea de tensiune admisă în conductoare va fi de maximum 2% ($\gamma = 32$).

Rezolvare:

Prima cale de calcul. Se determină mai întâi curentul total care va străbate circuitul la plină sarcină:

$$I = \frac{P}{U} \; ; \; P = 12 \cdot 200 \text{ W} = 2400 \text{ W}.$$

Înlocuind se obține: $I = \frac{2400}{220} = 11\text{A}; \quad \Delta U_v = \frac{2.220}{100} = 4{,}4\text{V}.$

Se determină apoi secțiunea conductorului cu ajutorul uneia din cele două formule (în care pierderea de tensiune este prevăzută fie în volți, fie în procente), adică:

$$S = \frac{2lI}{\gamma \Delta U_v} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 11}{32 \cdot 4{,}4} = \frac{6600}{140{,}8} = 4{,}6 \, mm^2 \text{ (stand. S = 6 mm}^2\text{)},$$

sau

$$S = \frac{100 \cdot 2 \cdot l \cdot I}{\gamma \Delta U_{\%} U} = \frac{100 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 11}{32 \cdot 2 \cdot 220} = \frac{66000}{14080} = 4{,}6 \, mm^2 \text{(stand. S=6mm}^2\text{)}.$$

Se verifică la încălzire secțiunea obținută. În tabele se prevede pentru două conductoare de 6 mm^2 Al montate în tub o intensitate maximă admisă de 30 A, deci mult acoperitoare pentru cazul nostru.

A doua cale de calcul. Se determină intensitatea curentului total care va străbate circuitul în plină sarcină:

$$I = \frac{P}{U} \; ; P = 12 \cdot 200\text{W} = 2400\text{W},$$

adică:

$$I = \frac{2400}{220} \cong 11 \text{ A}.$$

Se consultă tabelele normativului și se constată că pentru 11A este necesară o secțiune de 2,5mm^2 Al.

Se verifica pierderea de tensiune care se produce în conductoarele de 2,5mm^2, la curentul de 11A (pentru a vedea dacă se încadrează în limita maximă de 2% admisă):

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot 2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot SU} = \frac{100 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 11}{32 \cdot 2{,}5 \cdot 220} = \frac{66000}{17600} \cong 3{,}2\%$$

Pierderea de tensiune fiind aproape dublă (decât 2%), alegem secțiunea de 6mm^2, pe care o verificăm din nou la pierderea de tensiune:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 11}{36 \cdot 6 \cdot 220} = \frac{66000}{4210} \cong 1{,}3\ \%\ \text{(corespunzătoare)}.$$

* Ce secțiune este necesară pentru conductoarele de Al ale unui circuit monofazat care va alimenta un electromotor de 5,5kW, situat la 50m de tablou, știind că: U=220V; cos φ =0,9; η =0,95; γ Al = 32, iar pierderea de tensiune admisă la mersul normal, în plină sarcină, este de 4% din U?

Rezolvare:

Prima cale de calcul. Se determină mai întâi curentul absorbit de electromotor (pentru simplificare, considerăm tensiunea la bornele electromotorului egală cu cea de la tabloul U=220V):

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi\,\eta} = \frac{5500}{220 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}95} = 29\ \text{A}$$

Pentru determinarea secțiunii se folosește fie formula cu pierderea de tensiune în volți:

$$S = \frac{2 l I \cos\varphi}{\gamma \Delta U_v} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 29 \cdot 0{,}9}{32 \cdot 8{,}8} = \frac{2610}{281{,}6} = 9{,}6\ \text{mm}^2 \text{(normalizată: 10mm}^2\text{)},$$

unde $\Delta U_v = \frac{4 \cdot 220}{100} = 8{,}8\ \text{V}$.

fie formula cu pierderea de tensiune direct în procente:

$$S = \frac{100 \cdot 2 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \Delta U_{\%} \cdot U} = \frac{100 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 29 \cdot 0{,}9}{32 \cdot 4 \cdot 220} = \frac{216000}{28160} = 9{,}6\ \text{mm}^2$$

(nominalizată: 10mm^2).

Se verifică secțiunea obținută la încălzire. În tabele este prevăzut pentru două conductoare de Al de 10mm^2, montate în tub, intensitatea maximă admisibilă în regim permanent de 41A (deci mai mare decât intensitatea de 29A din exemplul tratat). Rezultă deci că secțiunea de 10mm^2 Al este bună.

Observație: În cazul electromotoarelor va mai trebui verificat și dacă secțiunea determinată corespunde la pornire.

A doua cale de calcul al secțiunii. După determinarea curentului absorbit de electromotor (I=29A) se alege din tabele secțiunea corespunzătoare acestui curent, și anume: aceea de 6mm^2 Al (care corespunde la 30A).

Se determină pierderea de tensiune din conductoarele de 6 mm^2 Al pentru a se vedea dacă ea nu depășește procentul de 4% admis.

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot 2 \cdot l \cdot I}{\gamma S U} = \frac{100 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 29}{32 \cdot 6 \cdot 220} = \frac{290.000}{42.240} = 6{,}8\ \%$$

(deci mai mare decât 4% admis).

Procentul de pierdere de tensiune fiind mai mare decât cel admis, luăm secțiunea care corespunde, și anume aceea de 10 mm^2 Al.

* Ce secțiune este necesară pentru conductoarele de Cu izolate ale unui circuit monofazat montat în tub și care va alimenta un receptor având: P=6 kW,

U=120V, cos φ=1 și η = 1, dacă se admite o pierdere de tensiune ΔU = 3 %, lungimea circuitului (l) fiind de 25m, iar γ = 57?

Rezolvare:

Urmăm prima cale arătată în exemplul precedent -al determinării secțiunii prin calcul- și considerăm formula secțiunii în care se folosește puterea receptorului.

Valoarea curentului va fi:

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi \, \eta} = \frac{6000}{120 \cdot 1 \cdot 1} = 50 \text{ A},$$

iar valoarea secțiunii pentru o pierdere de tensiune de 3%:

$$S = \frac{100 \cdot 2 \cdot l \cdot P}{\gamma \Delta U_{\%} \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 6000}{57 \cdot 3 \cdot 120^2} = 12 \text{ mm}^2 \text{ (nominală: 16 mm}^2\text{)}.$$

Se verifică secțiunea obținută la încălzire. În tabele se prevede pentru două conductoare de Cu de 16 mm^2 montate în tub intensitatea maximă admisibilă în regim permanent de 73A (deci mai mare decât intensitatea de 50A din exemplul tratat).

5.3.3. Instalații trifazate

Când se dă pierderea de tensiune în volți (ΔU_v):

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U_v} \quad \textit{(pentru sarcini rezistive);}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U_v} \quad \textit{(pentru sarcini reactive).}$$

Când se dă pierderea de tensiune în procente ($\Delta U\%$), din tensiunea U.

$$S = \frac{100 \sqrt{3} \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot \Delta U_{\%} \cdot U} \textit{, respectiv } S = \frac{100 \sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U_{\%} \cdot U}.$$

Dacă se consideră în calcule puterea (P) în loc de intensitate (I):

a) Când se dă pierderea de tensiune în volți:

$$S = \frac{l \cdot P}{\gamma \Delta U_v \cdot U}.$$

b) Când se dă pierderea de tensiune în procente:

$$S = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot \Delta U_{\%} \cdot U^2}.$$

În cazul în care la liniile lungi trebuie să se calculeze secțiunea conductorului pe baza pierderii procentuale de putere din acele linii, se folosește formula:

$$S=\frac{100 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot \Delta P_{\%} \cdot U^2 \cdot \cos^2\varphi},$$

în care $\Delta P\,\%$ este procentul de pierdere de putere considerat.

Exemple de calcul:

*Ce secțiune este necesară pentru conductoarele unui circuit electric trifazat de iluminat, la capătul căruia se vor monta 24 lămpi de câte 60 W (pe fiecare fază), alimentate la tensiunea de 120V? Conductoarele sunt din aluminiu, lungimea circuitului de 40m, iar pierderea de tensiune admisă 2,5%.

Rezolvare:

$P = 24 \cdot 60 = 1440$ W;

$$I=\frac{P}{U}=\frac{1440}{120}=12\text{ A}$$

$$\Delta U_v=\frac{2{,}5 \cdot 120}{100}=3\text{V}$$

$$S=\frac{\sqrt{3}lI}{\gamma \Delta U_v}=\frac{1{,}78 \cdot 40 \cdot 12}{32 \cdot 3}=8{,}6\text{ mm}^2\text{(stand: 10mm}^2\text{)}.$$

Se verifică la încălzire conductoarele. În tabele, pentru patru conductoare cu secțiunea de 10 mm² Al, montate în tub, corespunde o intensitate maximă admisibilă în regim permanent de 33A, deci mult acoperitoare.

* Ce secțiune este necesară pentru un circuit electric trifazat din conductoare de Al neizolate, montate în exterior, în lungime de 40m, care va alimenta un electromotor de 100CP; 3 x 380V; $\cos\varphi = 0{,}8$; $\eta = 0{,}95$ și care absoarbe la pornire de patru ori curentul nominal.

Pierderea de tensiune din conductoare nu trebuie să depășească 5% la funcționarea normală și 10% la pornirea electromotorului ($\gamma = 32$).

Rezolvare:

Prima cale de determinare a secțiunii (cu formula respectivă a secțiunii și verificarea secțiunii obținute la încălzire, precum și densitatea de curent și pierderea de tensiune la pornirea electromotorului).

Determinăm curentul absorbit:

100 CP = 736 · 100 = 73600 W

$$\Delta U_v=\frac{5 \cdot 380}{100}=19\text{ V}$$

$$I=\frac{P}{\sqrt{3}\,U\cos\varphi\,\eta}=\frac{73600}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}95}=\frac{73600}{499{,}6}=147\text{ A}.$$

Introducem în formula secțiunii datele de mai sus și obținem:

$$S=\frac{\sqrt{3}\,l\cdot I\cos\varphi}{\gamma\,\Delta U_v}=\frac{1{,}73\cdot 40\cdot 147\cdot 0{,}8}{23\cdot 19}=\frac{8138}{608}=13{,}3\text{mm}^2$$ (standardizată $S=16\text{mm}^2$).

Se trece apoi la verificările necesare.

a) **Verificarea la încălzire a conductoarelor** se face consultând tabelele. Pentru conductoarele neizolate, montate în aer, cu secțiunea de 16mm^2 Al, este admisă la o intensitate maximă de 100A, deci mai mică decât cea absorbită de electromotor.

În acest caz alegem secțiunea de 35mm^2, care admite o încărcare maximă de 170A. Cu această secțiune trecem la verificările următoare (privind pornirea electromotorului).

b) **Verificarea la densitatea de curent.** După cum știm, densitatea de curent admisă la pornire este de maximum 20 A/mm^2 pentru Al.

Curentul absorbit la pornire: $I_p = 4\cdot I_N\cdot 147 = 558\text{A}$,

iar densitatea de curent: $\delta=\frac{588}{35}\cong 17\ \text{A/mm}^2$ (deci în limita admisă).

c) **Verificarea la pierderea de tensiune din conductoare la pornire**

$$\Delta U_v=\frac{\sqrt{3}\,l\,Ip\cos\varphi}{\gamma S}=\frac{1{,}73\cdot 40\cdot 588\cdot 0{,}8}{32\cdot 35}=\frac{32551}{1120}=29\text{ V}$$

(adică procentual: $\frac{29100}{380}\cong 8\%$).

A doua cale de determinare a secțiunii. Se determină valoarea curentului absorbit (ca și în prima cale). $I=147\text{A}$.

Se caută în tabele secțiunea care corespunde intensității de 147A și se găsește secțiunea de 35mm^2, care corespunde unei intensități maxime de 170A.

Se trece apoi la efectuarea verificărilor.

a) Verificarea la pierderea de tensiune de 5% (la funcționarea normală a electromotorului) se face folosind fie formula în care pierderea de tensiune este trecută în volți, fie formula în care este trecută în procente din tensiunea nominală.

Considerând, de exemplu, formula a doua avem:

$$\Delta U_{\%}=\frac{100\cdot 2\cdot l\cdot I\cdot\cos\varphi}{\gamma S U}=\frac{100\cdot 2\cdot 40\cdot 147\cdot 0{,}8}{32\cdot 35\cdot 380}=\frac{940800}{425600}=2{,}2\%$$

(în limita admisă de 5%).

b) Verificarea la densitatea de curent din conductoare la pornire:

$$\delta=\frac{4\cdot 147}{35}=\frac{588}{35}\cong 17\ \text{A/mm}^2$$ (în limita admisă de 20A/mm^2).

c) Verificarea la pierderea de tensiune din conductoare la pornire (max 10%):

$$\Delta U_v = \frac{\sqrt{3}\, l I \cos\varphi}{\gamma S} = \frac{1.73 \cdot 40 \cdot 588 \cdot 0.8}{32 \cdot 35} = 29 \text{ V}$$

(admisă în procente, fiind de 8%).

*Ce secțiune este necesară pentru conductoarele de aluminiu ale unei linii electrice aeriene trifazate de forță, la capătul căreia se vor instala receptoare inductive care vor absorbi o putere de 65kW, la 380V și cos φ=0.8?

Lungimea liniei este de 150m; pierderea de putere admisă este de 7%, iar randamentul general al instalației η =0,9, iar γ =32.

Rezolvare:

Considerăm formula care ne dă valoarea secțiunii cunoscând puterea electrică de transport.

$$S = \frac{100\, l P}{\gamma P\% U^2 \cos^2\varphi} = \frac{100 \cdot 150 \cdot 65000}{32 \cdot 7 \cdot 380^2 \cdot 0.8^2} = 47 \text{ mm}^2$$

(standardizată: 50 mm^2).

Pentru a verifica la încălzire conductoarele trebuie să se determine intensitatea curentului I.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{6500}{1.73 \cdot 380 \cdot 0.9 \cdot 0.8} = 137 \text{ A.}$$

În tabele găsim că intensitatea maximă admisibilă în regim permanent la linii de exterior cu conductoare neizolate (50mm^2) este de 215A, deci superioară celei determinate mai sus. Rezultă că secțiunea de 50mm^2 Al corespunde și la încălzire.

5.3.4. Determinarea curentului de calcul al secțiunii (Ic)

La dimensionarea secțiunii conductoarelor trebuie să se aibă în vedere regimul de funcționare al receptoarelor ce vor fi alimentate cu energie electrică.

Astfel există:

- receptoare cu funcționare de lungă durată, când acestea ajung la o anumită temperatură stabilă (T) peste acea a mediului ambiant;

- receptoare cu funcționare de scurtă durată, în care pauzele asigură revenirea receptoarelor la temperatura mediului ambiant (t);

- receptoare cu funcționare intermitentă de scurtă durată (la intervale de minimum 10 minute, în care perioada de lucru este de maximum 4 minute). În cazul acestor receptoare intervine un element nou în calculul secțiunii, și anume: durata relativă de conectare (*DC*), reprezentând raportul dintre durata efectivă de funcționare a receptoarelor și durata ciclului întreg (funcționare + repaus).

Exemplu:

La un electromotor care funcționează 3 minute și stă în repaus 7 minute, durata relativă de conectare $DC = \frac{3}{3+7} = 0{,}3$ sau $DC = 30\%$.

Normativele în vigoare prevăd, în aceste cazuri, multiplicarea intensităților din tabelele de încărcare pe secțiuni a conductoarelor cu un coeficient de:

$$a = \frac{0{,}875}{\sqrt{DC}} \cong \frac{1}{1{,}15\sqrt{DC}},$$

dar numai pentru conductoarele mai mari de $16mm^2$ Al și $10mm^2$ Cu. În general, prin aplicarea acestui coeficient, practic se scade secțiunea pentru cele mai multe cazuri.

Valorile coeficientului "a" pentru diferite valori ale DC sunt:

DC	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,60
"a"	2,77	2,25	1,96	1,75	1,58	1,38	1,13

Pentru instalațiile de iluminat, cuptoarele electrice cu rezistențe și orice cuptoare alimentate prin transformatoare proprii, convertizoare etc. nu se aplică acest coeficient.

Așa după cum am arătat în cele precedente, pentru determinarea secțiunii conductoarelor trebuie să aflăm mai întâi intensitatea curentului de calcul I_c. Valoarea acestuia se află diferit, după cum este cazul de circuite electrice pentru alimentarea receptoarelor individuale sau de coloane electrice pentru alimentarea tablourilor de distribuție.

5.3.5. Pentru circuitele electrice

Fomulele care dau intensitatea curentului sunt următoarele:

Pentru instalații de iluminat:

Monofazate: $I_c = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$. Trifazate: $I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$

Observație: Dacă lămpile sunt egal distribuite pe cele trei faze se aplică formula pentru trifazat, în caz contrar se folosește formula monofazată pentru faza cea mai încărcată, în care:

P este suma puterilor nominale ale lămpilor, în W (la circuitele trifazate pe faza cea mai încărcată);

U - tensiunea de alimentare a lămpilor, în V;

cos φ - factorul de putere (în cazul lămpilor cu luminiscență).

Pentru motoare electrice cu funcționare continuă:

Monofazate: $I_c = \dfrac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$ Trifazate: $I_c = \dfrac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$,

în care P este puterea nominală utilă la arborele motorului;

φ_n - factorul de putere la sarcina nominală;

η_n - randamentul la sarcina nominală;

Pentru motoare electrice cu funcționare intermitentă de scurtă durată (DC):

Monofazate: $I_c = \dfrac{1{,}15 \cdot P \cdot \sqrt{DC}}{U \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$ Trifazate: $I_c = \dfrac{1{,}15 \cdot P \cdot \sqrt{DC}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$,

în care:

- DC este durata relativă de conectare;

- $1{,}15 \cong \dfrac{1}{0{,}875}$ - factorul stabilit de normative (pentru acest regim de funcționare).

Exemple:

*Ce curent electric trece printr-un circuit de iluminat monofazat care alimentează 30 de lămpi fluorescente de câte 40W, la tensiunea de 220V, neprevăzute cu condensatoare (știind că $\cos\varphi$ al unor asemenea lămpi este de 0,3)?

Dar dacă alimentează lămpi incansdescente de aceeași putere?

Rezolvare:

În cazul lămpilor fluorescente ($\cos\varphi = 0{,}3$):

$P = 30 \cdot 40 = 1200$ W

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi} = \frac{1200}{220 \cdot 0{,}3} = \frac{1200}{66} = 18 \text{ A.}$$

În cazul lămpilor incandescente ($\cos\varphi = 1$):

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1200}{220} = 5{,}4 \text{ A.}$$

Observație importantă: Se poate remarca ușor rațiunea pentru care este obligatorie montarea lămpilor cu luminiscență numai împreună cu condensatoarele respective, care îmbunătățesc valoarea factorului de putere ($\cos\varphi$) al acestor lămpi.

*Într-un circuit electric trifazat sunt 27 de lămpi cu vapori de mercur (21 a câte 100W și 6 a câte 150W). Tensiunea de alimentare este de 220V.

Ce curent va srtăbate circuitul la plină sarcină, știind că factorul de putere al lămpilor este de 0,85?

Rezolvare:

Puterea totală a lămpilor este de:

$P = 21 \cdot 100 + 6 \cdot 150 = 3000$ W

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{3000}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}85} = 5\ \text{A},$$

lă npile fiind obligatoriu egal distribuite pe cele trei faze.

*Un electromotor trifazat, având o putere nominală de 10kW, cu o funcționare intermitentă de scurtă durată (și anume de 2 minute lucru și 8 minute repaus), este alimentat la tensiunea de 3x208V. El are un $\cos\varphi = 0{,}9$ și un randament $\eta = 0{,}95$. Care este intensitatea de calcul al secțiunii circuitului său de alimentare?

Rezolvare:

Durata relativă de conectare $DC = \frac{2}{2+8} = 0{,}20$ sau $DC = 20\%$, deci:

$$I = \frac{1{,}15 \cdot P \cdot \sqrt{DC}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1{,}15 \cdot 10000 \cdot \sqrt{0{,}20}}{\sqrt{3} \cdot 208 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}95} = \frac{5117}{308} = 16{,}6\ \text{A}.$$

5.3.6. Pentru coloanele electrice

În cazul coloanelor electrice care, după cum știm, alimentează tablourile de distribuție (sau mai multe circuite), deci mai multe receptoare, intervine în calcul încă un coeficient, și anume, coeficientul de cerere "k".

Formulele respective sunt:

Coloane monofazate:

$$I_c = \frac{P\left(k + \frac{1-k}{k_a}\right)}{U \cdot \cos\varphi\,\eta};$$

Coloane trifazate:

$$I_c = \frac{P\left(k + \frac{1-k}{k_a}\right)}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi\,\eta},$$

în care:

P este puterea nominală în cazul motoarelor cu funcționare continuă (sau $1{,}15 \cdot P\sqrt{DC}$, în cazul motoarelor cu funcționare intermitentă de scurtă durată);

k - coeficientul de cerere (luat din tabele pentru diverse categorii de receptoare și ramuri industriale);

k_a - coeficient cuprins între 1,7-10, în funcție de numărul electromotoarelor (n) dat în tabelul de mai jos:

n	4	6	8	10	15	20	30	50
k_a	1,7	2,5	2,9	3,3	4,3	5,5	8,0	10

În cazul în care motoarele sunt de puteri mult diferite, atunci se consideră numărul de motoare cu puterea cea mai mare, care însumează jumătate din puterea totală a motoarelor (n). Numărul respectiv se dublează și el este considerat numărul de motoare pentru care se caută valoarea lui "k_a" din tabel.

Dacă există receptoare cu regimuri diferite de funcționare, calculul se face separat, pe grupe de receptoare, cu același coeficient de cerere, adunându- se în final curenții care s-au obținut.

Există și alte metode de determinare a curentului de calcul, însă apreciem că metoda coeficientului de cerere este cea mai utilizată.

Exemplu:

*Un tablou de distribuție alimentează șase mașini-unelte și patru ventilatoare, la tensiunea de 380V. Mașinile-unelte sunt de următoarele puteri: 10,7; 7; 3; 4; și 1kW (în total deci 25,7kW) și au regim normal de lucru cu cos φ=0,6 și k=0,20.

Ventilatoarele sunt de câte 2kW fiecare, cu cos φ= 0,9, "k"=0,8 și k_a=1,7; η=1.

Rezolvare:

Intensitatea de calcul pentru mașinile-unelte va fi:

$$I_1 = \frac{P\left(k + \frac{1-k}{k_a}\right)}{\sqrt{3}\cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{25700\left(0{,}2 + \frac{1-0{,}2}{1{,}7}\right)}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}6 \cdot \eta} \cong 40 \text{ A},$$

în care s-a socotit k=1,7 pentru patru motoare.

Calculul intensității pentru mașinile-unelte va fi:

$$I_2 = \frac{8000\left(0{,}8 + \frac{1-0{,}8}{1{,}7}\right)}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}6 \cdot 1} = 18{,}4 \text{ A}.$$

Deci curentul total de calcul (I_c) va fi:

$I_1 + I_2 = 40 + 18{,}4 = 58{,}4$ A.

5.4. PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA BRANȘAMENTELOR, RACORDURILOR, COLOANELOR ȘI FIRIDELOR

5.4.1. Elemente de calcul

Dimensionarea branșamentelor se efectuează pe baza puterilor absorbite.

Pentru consumatorii casnici se iau în considerare puterile instalate, prevăzute în tabelul 5.

Tabelul 5

Componenta apartamentului	Putere instalată
Garsonieră + dependințe	5 kW
Apartament cu 2 - 6 camere + dependințe	6 kW
Apartament cu 7 camere + dependințe	9 kW

În valorile din acest tabel nu sunt cuprinse instalații pentru încălzirea spațiului sau pentru gătitul electric. Pentru determinarea puterilor absorbite se iau în considerare coeficienții de simultaneitate din tabelul 6.

Tabelul 6

Nr. de apartamente	Apartamente cu 1 cameră, kW	Apartamente cu 2-6 camere, kW	Apartamente cu 7 camere, kW	Coeficienți de simultaneitate
1	5	6	9	0,9
2	10	12	18	0,9
3	15	18	27	0,9
4	20	24	36	0,83
5	25	30	45	0,83
6	30	36	54	0.83
7	35	42	63	0,72
8	40	48	72	0,71
9	45	54	81	0,72
10	50	60	90	0,66
11	55	66	99	0.62
12	60	72	108	0,62
13	65	78	117	0.55
14	70	84	126	0.55
15	75	90	135	0.55
16	80	96	144	0.52
17	85	102	153	0,50
18	90	108	162	0,50
19	95	114	171	0.48
20	100	120	180	0.46

Pentru clădirile comerciale, social-culturale și administrative puterile instalate se vor determina prin calcul în funcție de suprafața rezultată prin măsurare și destinația acestora.

Racordurile și coloanele electrice se dimensionează astfel încât să fie satisfăcute condițiile de încălzire, verificarea dimensionării făcându-se la condițiile de cădere de tensiune. Căderile de tensiune nu trebuie să depășească următoarele valori:

- 0,5% pentru racordurile electrice subterane;
- 1% pentru racordurile electrice aeriene;
- 1% pentru coloanele electrice colective sau individuale.

Racordurile electrice aeriene și coloanele electrice individuale se execută monofazat pentru valori ale curenților până la 30A inclusiv și trifazat pentru valori ale curenților mai mari de 30A sau pentru abonații care au receptoare trifazate.

Coloanele electrice colective pot alimenta cel mult 20 apartamente.

Secțiunile coloanelor colective din blocurile de locuințe nu trebuie să depășească 3x70 + 35mm^2, în cazul utilizării aluminiului.

În cazul racordurilor electrice aeriene, se folosesc firide individuale, echipate cu siguranțe automate.

În cazul branșamentelor de la blocurile de locuințe, se folosesc și firide secundare, având contoarele montate centralizat.

Aparatajul electric de protecție la scurt circuit trebuie astfel ales încât caracteristicile lui de funcționare să asigure protecția, izolând porțiunea defectă fără să scoată din funcțiune întreaga instalație.

5.4.2. Prescripții de montare

Firidele de branșament

Firidele de branșament se montează în spațiul special amenajat în zid, în locuri accesibile personalului de exploatare. Distanța între nivelul pardoselei și partea inferioară a firidelor de branșament trebuie să fie de 0,4-0,5m.

Firidele secundare se montează în spații comune (de exemplu, casa scării). Distanța de la nivelul pardoselii până la partea inferioară a firidelor secundare trebuie să fie de 0,4-0,8m, astfel încât înălțimea celui de mai sus vizor să nu depășească 1,6m.

Coloanele electrice

Conductoarele coloanelor electrice trebuie să aibă secțiuni constante pe întreg traseul. Pentru conductorul de protecție al coloanelor electrice colective se folosește o platbandă de oțel zincat sau vopsit, având secțiunea minimă de

$100mm^2$. Conductorul de protecție al coloanelor electrice individuale trebuie să fie legat, în cazul firidelor de branșament, la bara de legare la pământ.

Conductoarele unei singure coloane electrice trebuie să fie montate într-un singur tub de protecție. Se interzice introducerea conductoarelor destinate altor scopuri în tubul de protecție al unei coloane electrice.

Se interzice trecerea coloanelor electrice prin camere de locuit, prin încăperi umede, băi, bucătării, spălătorii sau locuri cu agenți corozivi. Este interzisă înnădirea conductoarelor pe traseul coloanelor.

Montarea dozelor de trecere este obligatorie în cazul în care:

- lungimea coloanelor pe un traseu în linie dreaptă, pe orizontală, depășește 15m;
- coloanele electrice au mai mult de două curbe între firide sau mai mult de trei curbe între firidă și tabloul electric al consumatorilor. În cazul coloanelor în linie dreaptă, pe verticală nu este necesară montarea dozelor de trecere, indiferent de lungimea traseului.

În cazul abonaților individuali (alții decât cei din blocurile de locuințe) la care contoarele de decontare a energiei electrice nu se montează în firide secundare, la capătul dinspre contor, conductoarele coloanelor electrice trebuie să depășească extremitatea tubului cu cel puțin 30cm.

5.5. MOTOARE ELECTRICE

Motoarele electrice transformă energia electrică absorbită din rețelele de alimentare în energie mecanică. Această transformare se face prin cuplajul electromagnetic în rotație, al celor două circuite electrice (circuitul statoric și circuitul rotoric ale motoarelor).

Motoarele electrice se împart în două mari grupe:

- motoare de curent continuu;
- motoare de curent alternativ.

Ele pot fi monofazate sau polifazate.

Motoarele electrice de curent continuu se împart, la rândul lor, în trei categorii, potrivit celor trei tipuri de excitație a acestora, și anume: motoare derivație, motoare serie și motoare mixte.

La rândul lor, motoarele electrice de curent alternativ se împart și ele în două categorii principale, și anume: motoare asincrone și motoare sincrone. Cele asincrone pot fi: cu inele de contact (rotorul bobinat), rotorul în scurtcircuit și de tipuri speciale (bare înalte, dublă colivie etc.).

În cele ce urmează vom trata în principal despre motoarele electrice de curent alternativ care sunt folosite aproape exclusiv.

5.5.1. Motorul electric asincron

Motorul electric asincron este o mașină electrică simplă, robustă, ușor de manipulat, ieftină, având un randament bun și un cuplu de pornire ridicat. El este caracterizat printr-o viteză de funcționare care variază cu sarcina (la frecvența constantă a curntului de alimentare). Ca orice mașină electrică, motorul asincron este reversibil, adică, dacă este antrenat de un alt motor primar la viteze suprasincrone, el funcționează ca generator electric, iar dacă i se calează rotorul el funcționează ca transformator static (regulator de inducție), folosit la reglarea tensiunii rețelelor.

Când motorul asincron funcționează în gol, el absoarbe un curent aproape în întregime reactiv (pentru magnetizarea circuitului său magnetic). Pentru pierderile în fier și în înfășurări, mecanice și de ventilație, el absoarbe un curent activ relativ redus. În această situație, factorul său de putere (cos φ) este foarte mic la mersul în gol, de ordinul 0,05-0,30, deci un dezavantaj.

Motoarele electrice asincrone sunt de mai multe tipuri, și anume:

- cu rotorul bobinat (și cu inele colectoare);
- cu rotorul în scurtcircuit;
- cu rotorul în bare înalte;
- cu rotorul de tip Dolivo-Dobrovolski (dublă colivie).

Cele mai utilizate sunt primele două tipuri de motoare asincrone.

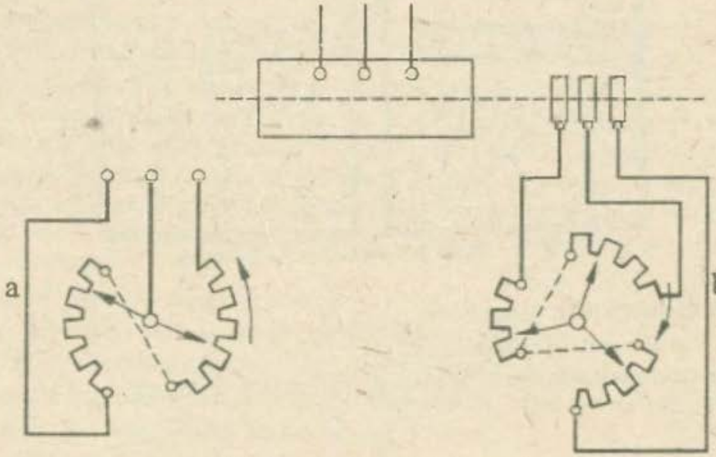


Fig. 14 - Reostate: a) asimetric; b) simetric

Pornirea motoarelor asincrone

Motoarele electrice asincrone absorb la pornire curenți periculos de mari. Pentru aceasta, ele nu pot fi racordate direct la rețeaua de alimentare decât pentru puteri mici (în România până la 4 kW, inclusiv pentru rețelele având 220V între faze, și până la 5,5 kW, pentru cele având 380V între faze).

Pentru limitarea curentului de pornire se folosesc două metode, și anume.

- reducerea tensiunii de alimentare (prin folosirea de comutatoare stea-triunghi sau de autotransformatoare);

- reducerea curentului de alimentare (prin introducerea în serie cu statorul sau rotorul a unor rezistoare sau inductanțe de pornire).

Pornirea motoarelor electrice asincrone cu rotorul bobinat (și cu inele colectoare) se face cu ajutorul reostatelor de pornire, montate în circuitul rotorului. În acest fel se micșorează curentul de pornire și se mărește cuplul de pornire al motorului.

Reostatele de pornire sunt de două feluri: simetrice și nesimetrice. Cele nesimetrice sunt mai ieftine, dar scad din cuplul de pornire.

Pentru reducerea uzurii periilor, motoarele asincrone cu inele colectoare au dispozitive de scurtcircuitare a inelelor și de ridicare a periilor (punându-se deci rotorul, la terminarea pornirii, în scurtcircuit). La oprirea motorului, operația se face invers, aducându-se și reostatul de pornire la poziția de maximum a rezistoarelor (în scopul evitării unui scurtcircuit, în cazul repornirii motorului).

Pornirea motoarelor electrice în scurtcircuit poate fi făcută direct pentru puteri mici ale acestora, arătate mai sus. Pentru puteri mai mari, la pornire se folosesc:

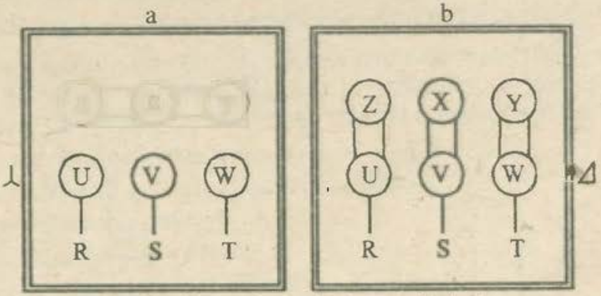


Fig. 15 - Sisteme de conexiuni a)stea; b)triunghi

- comutatoare stea-triunghi;
- autotransformatoare de pornire;
- reostate de pornire (între rețeaua de alimentare și stator).

De regulă, înfășurarea statorului motorului este în triunghi. La pornire, această înfășurare se leagă în stea cu ajutorul comutatorului stea-triunghi. Conectarea la rețeaua de alimentare se face conform schemelor din figura nr. 15.

În cazul pornirii electromotoarelor cu rotorul în scurtcircuit, conectarea la rețea se face prin comutatorul stea-triunghi, conform schemei din figura 16.

În acest fel curentul absorbit, dar și cuplul de pornire scad la ⅓ față de cuplajul direct în triunghi, reducându-se șocul mare de curent la pornire.

Comutatorul stea-triunghi se folosește în mod obișnuit pentru motoare până la 150kW. Pentru puteri mai mari se folosește autotransformatorul de pornire. Acesta se intercalează între rețeaua electrică de alimentare și statorul motorului.

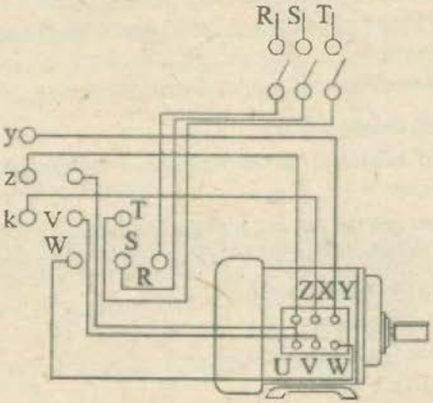


Fig. 16 - Schemă de conectare prin comutator stea-triunghi

Autotransformatorul de pornire reduce tensiunea de alimentare cu până la 50- 70%, potrivit cu valoarea curentului și a cuplului de pornire dorit.

Metoda folosirii de reostate de pornire se aplică îndeosebi în cazurile în care motorul respectiv poate porni în gol sau în sarcină redusă, deoarece cuplul de pornire scade foarte mult (mai ales în cazul în care curentul de pornire nu trebuie să depășeacă valoarea celui de scurtcircuit). În afară de aceasta, la motoarele cu porniri și opriri dese pierderile în reostatul de pornire sunt destul de mari; pentru diminuarea lor se folosesc -în reostatele de pornire- bobine de inducție în loc de rezistențe ohmice.

Reglajul vitezei motoarelor asincrone

Reglajul vitezei motoarelor asincrone se poate face prin:

- rezistoare introduse în circuitul rotoric (reglaj viteză în sarcină);
- variația tensiunii aplicate (prin autotransformator sau transformator);
- variația frecvenței (prin folosire de tiristoare);
- variația numărului de poli (permite 2-3 trepte de viteză).

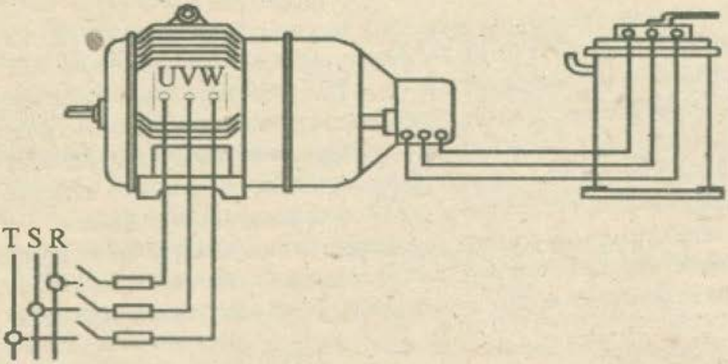


Fig. 17 - Schemă de conectare prin reostat de pornire

Scăderea tensiunii de alimentare

În cazul scăderii tensiunii de alimentare a motorului asincron se produc următoarele modificări:

- curentul din stator și cel din rotor cresc (în aceeași proporție ca și tensiunea, temperatura crește proporțional cu pătratul scăderii tensiunii);
- pierderile în cupru cresc, cele în fier scad;
- curentul de pornire scade;
- cuplul de pornire și cel maxim scad;
- turația scade puțin;
- factorul de putere (cos φ) se îmbunătățește;
- randamentul rămâne practic același.

Creșterea tensiunii de alimentare

În cazul creșterii tensiunii de alimentare se produc următoarele modificări:

- curentul din rotor și cel activ din stator scad (invers proporțional cu tensiunea);
- pierderile în cupru scad, cele în fier cresc;
- curentul de pornire crește (în aceeași proporție ca și tensiunea);
- cuplul de pornire și cel maxim cresc (proporțional cu pătratul creșterii tensiunii);
- turația crește puțin (datorită pierderilor mai mici în rotor);
- factorul de putere scade;
- randamentul variază puțin.

5.5.2. Motorul asincron monofazat

Motorul asincron monofazat are caracteristici deosebite față de cel trifazat. Astfel, curentul de mers în gol al acestuia este de circa trei ori mai mare decât al motorului trifazat, iar factorul de putere ($\cos \varphi$) mai scăzut cu 10-12%.

El are cuplul de pornire nul și se poate roti în orice sens (după impulsul care i se dă inițial). Randamentul său este cu 2-4% mai mic decât al motorului trifazat.

Pentru ca motorul asincron monofazat să poată porni totuși singur, i se mai prevede o înfășurare auxiliară, decalată cu 90° electrice față de înfășurarea principală, care se alimentează cu un curent decalat față de cel principal. Acest lucru se realizează cu ajutorul unei reactanțe sau rezistor, creându-se astfel în motor un câmp de învârtire bifazat, deci un cuplu de pornire. În afară de acest mod de pornire există și alte posibilități, cum ar fi folosirea de condensatoare de pornire, care, de obicei, se deconectează când viteza motorului a atins circa 80% din cea normală.

5.5.3. Motorul electric sincron

La motorul sincron statorul este o înfășurare alimentată în curent alternativ, iar rotorul, cu o înfășurare de excitație alimentată în curent continuu. Mașinile sincrone se construiesc ca generatoare, motoare sau compensatoare de fază. Ele se deosebesc între ele, în principal, prin faptul că la generatoare cuplul la arbore are sens invers față de cel de la motoare, iar la compensatoare acest cuplu este practic nul.

Caracteristica principală a motorului sincron este aceea că viteza rotorului său este constantă, indiferent de sarcină (pentru aceeași frecvență a rețelei).

Ea se numește viteză de sincronism și este dată de relația:

$$n = \frac{60\,f}{p},$$

în care:

n este viteza de sincronism (rotații/minut);

f - frecvența rețelei de alimentare;

p - numărul perechilor de poli ai motorului.

Motorul sincron poate suporta diverse sarcini, până la o sarcină maximă numită "sarcină de desprindere", în funcție de caracteristicile lui. Dacă această sarcină este depășită, motorul își pierde sincronismul (turația rotorului cu "câmpul învârtitor" al înfășurării statorice) și se desprinde de sarcină.

Cuplarea unei mașini sincrone la rețea se poate face numai dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

- mașina să fie adusă la viteză de sincronism;

- tensiunea la bornele sale să fie egală cu a rețelei;

- succesiunea fazelor mașinii să fie aceeași cu cea a rețelei;

- în momentul cuplării să fie opoziție de fază între tensiunea rețelei și cea a mașinii (generatoare).

Motorul sincron prezintă avantajul, față de motorul asincron, că, având un factor de putere (cos φ) foarte bun, îmbunătățește factorul de putere general al instalațiilor electrice la care este racordat. El prezintă însă dezavantajul că nu are posibilitatea de variație a vitezei și că necesită o instalație de excitație și pornire.

Pornirea motorului sincron se face fie cu motor asincron, fie cu ajutorul unui alt motor de lansare. În primul caz și cel mai folosit, motorul sincron se alimentează cu o tensiune redusă (0,3-0,5U), produsă de un autotransformator special de pornire sau de un transformator cu prize, și el se va roti ca și indusul în scurtcircuit al unui motor asincron. De la pornire și până la ajungerea la viteza de sincronism, bobonajul excitației motorului trebuie scurtcircuitat sau închis printr-o rezistență mare, pentru a nu se produce în el tensiuni periculoase.

Motorul sincron se folosește acolo unde nu este nevoie de variație a vitezei de rotație, și anume la: convertizoare de mare viteză, compresoare, ventilatoare etc.

Dacă este necesar ca un motor sincron să producă energie reactivă, el trebuie sa funcționeze supraexcitat.

În cazul în care un motor sincron funcționează fără sarcină și supraexcitat, el debitează energie reactivă în rețeaua la care este racordat, luând denumirea de "compensator de fază".

5.5.4. Alegera motoarelor electrice pentru diverse utilizări

În alegerea celor mai potrivite motoare electrice pentru acționarea diverselor mecanisme industriale, utilaje agricole, aparate medicale, aparate electrocasnice etc., se au în vedere, în principal, următoarele elemente: tensiunea, puterea și viteza la care vor trebui să funcționeze electromotoarele respective.

În ceea ce privește tensiunea, aceasta este determinată de tensiunea rețelei electrice de distribuție sau a instalației electrice din clădirea sau incinta în care se montează electromotoarele, după caz.

Stabilirea puterii electromotoarelor este de o importanță deosebită. Regula generală este ca fiecare electromotor să aibă o putere egală sau cât mai apropiată de puterea necesară funcționării utilajului pe care-l deservește. Această regulă urmărește nu numai costul unui electromotor de putere mai mare decât cea necesară, care nici el nu trebuie neglijat, cât mai ales asigurarea randamentului optim la care trebuie să lucreze fiecare electromotor.

Este știut că un electromotor supradimensionat funcționează cu un randament scăzut, ceea ce înseamnă că el consumă permanent, inutil, pentru nevoile proprii de funcționare, o energie electrică activă și, mai ales, o energie electrică reactivă mai mare decât cea consumată de un electromotor mai mic (potrivit cu utilajul pe care acesta îi acționează).

Iată, deci, că alegerea motoarelor electrice de putere corespunzătoare constituie și una din măsurile de raționalizare a consumului de energie electrică. Pentru a putea stabili cât mai exact puterea și caracteristica mecanică (variația vitezei de rotație în funcție de sarcină) ce trebuie să le aibă un electromotor, este necesar să cunoaștem cât mai exact regimul de lucru al utilajului care va fi acționat.

În ceea ce privește viteza electromotorului, aceasta trebuie, de asemenea, stabilită cât mai corect, deoarece ea poate influența creșterea productivității utilajului acționat, precum și dimensiunile și costul electromotorului (știut fiind că pentru viteze mai mici dimensiunile si costul electromotoarelor sunt mai mari).

De mai multe ori, din diferite motive, se ivesc situații când electromotoarele nu pot fi culpate direct cu utilajul acționat. În asemenea situații se prevăd organe de transmisie între electromotoare și utilajele acționate de către acestea (roți dințate, curele de transmisie etc.), iar la stabilirea puterii electromotoarelor trebuie să se țină seama și de pierderile suplimentare din aceste transmisii.

De asemenea, la stabilirea puterii electromotoarelor trebuie să se țină seama și de efortul suplimentar pe care acestea trebuie să-l depună la pornirea și oprirea utilajului acționat sau la diverse schimbări de viteză ale acestuia (inerția).

Alegerea motoarelor electrice se face ținându-se seama și de tipul de construcție al acestora, astfel încât ele să corespundă condițiilor de lucru impuse de mediul în care vor trebui să lucreze (protejare împotriva prafului, a umezelii, a gazelor, a acizilor etc., după caz). Astfel, există electromotoare de tip deschis, de tip închis, antigrizutoase etc.

Ținând seama de marea diversitate a mecanismelor și a utilajelor acționate de electromotoare, precum și de regimurile de lucru foarte diferite ale acestora, alegerea celui mai potrivit electromotor pentru fiecare din ele este destul de dificilă și totuși foarte necesară.

În cele ce urmează se arată succint și orientativ modul în care se poate determina, cu suficientă precizie, puterea electromotorului necesar acționării unui utilaj. Determinarea se face pe baza unei formule importante, denumită "ecuația de mișcare" sau "ecuația de echilibru mecanic".

Se cunoaște că puterea unui electromotor poate fi exprimată și prin relația:

$$P_m = M_m \omega_m ,$$

în care:

M_m este cuplul la arborele motorului;

ω_r - viteza unghiulară a motorului.

Motorul trebuie să învingă:

M_r - cuplul rezistent la arborele utilajului;

ω_r - viteza unghiulară a arborelui utilajului.

Raportul celor două viteze: $\frac{\omega_m}{\omega_r} = i$, se numește "raport de transmisie".

Se pot ivi două situații, și anume:

a) motorul trebuie cuplat direct cu utilajul de acționat ($\omega_m = \omega_r$);

b) motorul trebuie cuplat prin angrenaj cu utilajul de acționat ($\omega_m \neq \omega_r$).

În prima situație (fără angrnaj) :

$M_m = M_r$ (dacă nu se ține seama de cuplul de pornire și de oprire),

$M_m = M_r + M_d$ (dacă se ține deama de cuplul de pornire și de oprire),

unde:

$M_d = \frac{GD^2}{375} \cdot a$ (denumit "cuplul dinamic", necesar pentru accelerarea motorului la pornire),

în care:

GD^2 este momentul de volant al utilajului;

G - greutatea utilajului în mișcare de rotație, kgf;

D - diametrul de inerție al utilajului, m;

a - accelerația imprimată (depinzând de modul de funcționare a utilajului).

Înlocuind, obținem "ecuația de mișcare" sau "ecuația de echilibru mecanic":

$$M_m = M_r + \frac{GD^2}{375} \cdot$$

În a doua situație:

M_r și GD^2 se măresc datorită acestui "balast" suplimentar -am putea spune- care este angrenajul (cu randamentul lui: η) ce trebuie și el antrenat, respectiv accelerat, devenind:

$M_r \cdot \frac{I}{i} \cdot \frac{I}{\eta} = M_{rap}$ (cuplul rezistent raportat la arborele motorului).

$GD^2 \cdot \frac{I}{i^2} \cdot \frac{I}{\eta} = \left(GD^2 \right)_{rap}$ (cuplul dinamic raportat la arborele motorului), astfel că ecuația de mișcare în această situație devine:

$$M_m = M_{rap} + \frac{\left(GD^2 \right)_{rap}}{375} \cdot a.$$

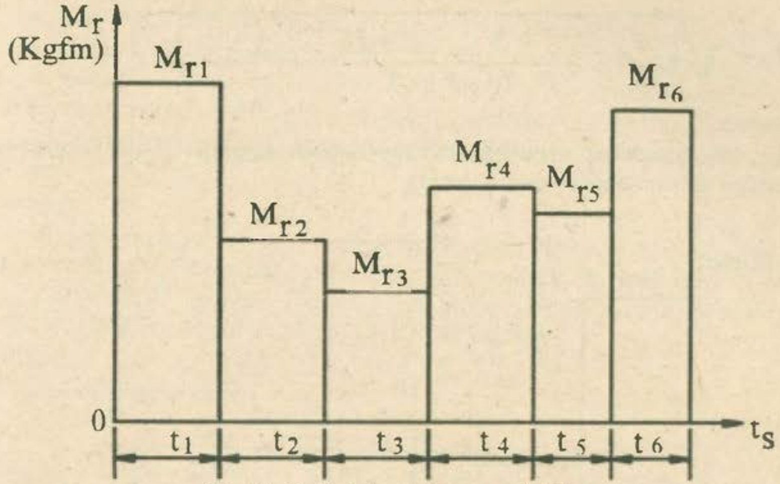


Fig. 18 - Grafic de funcționare a unui utilaj

Odată determinate valorile acestor două cupluri (rezistent și dinamic) și alegându-se pentru accelerație (a) o valoare corespunzătoare utilajului considerat, se determină și cuplul la arborele motorului (M_m).

În final, puterea electromotorului se determină folosind relația:

$$P_m = \frac{M_m \cdot n}{975},$$

în care:

n este viteza nominală a electromotorului (în rot/min).

De menționat că pentru alegerea corectă a electromotorului trebuie să se țină seama și de alte elemente, cum sunt:

- caracteristica mecanică a electromotorului necesar, adică variația cuplului la arborele acestuia, în funcție de viteza de rotație;

- gradul de încălzire a electromotorului;

- regimul în care va lucra utilajul acționat (știut fiind că majoritatea utilajelor funcționează cu cupluri rezistente variabile în timp). În funcție de procesele tehnologice pot funcționa intermitent sau cu șocuri de sarcină etc.; regimul de funcționare trebuie arătat în detaliu prin grafice de sarcină (M_r, funcție de timp) ca, de exemplu, cel din figura 18.

În cazul unui utilaj care funcționează cu cuplul rezistent variabil, trebuie, pentru simplificarea în determinarea puterii electromotorului necesar, să i se stabilească un cuplu mediu, denumit "cuplu echivalent" (care ar conduce la aceeași încălzire a electromotorului ca și cuplurile rezistente diferite, care se produc practic). Pentru aceasta se folosește formula care dă valoarea cuplului echivalent:

$$M_e = \sqrt{\frac{M_{r_1}^2 \cdot t_1 + M_{r_2}^2 \cdot t_2 + M_{r_3}^2 \cdot t_3 + \cdots}{t_1 + t_2 + t_3 + \cdots}},$$

în care:

Mr_1, Mr_2, ... sunt cuplurile rezistente pe duratele de timp t_1, t_2 etc. (menționate pe graficul de funcționare al utilajului).

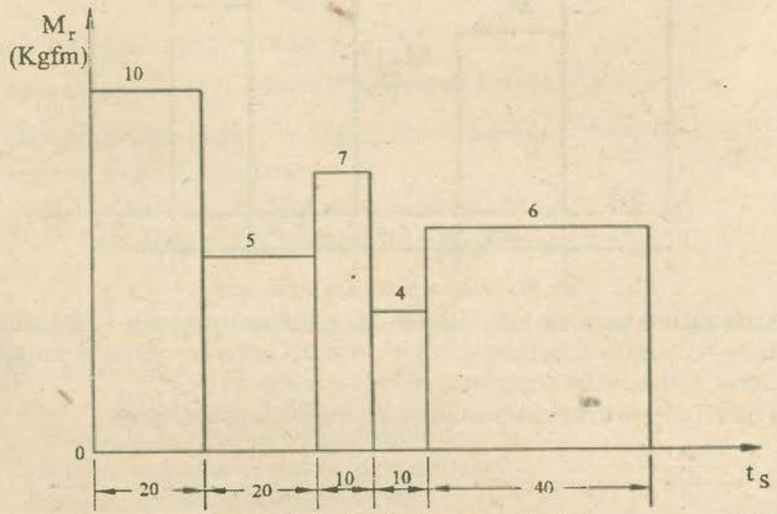


Fig. 19 - Graficul de funcționare a unui utilaj

Cu ajutorul cuplului echivalent se determină puterea echivalentă a electromotorului: $P_e = \frac{M_e n_e}{975}$, care este, bineînțeles, mai mică decât puterea necesară.

Corecția se face, în general, prin alegerea unui electromotor de putere standardizată imediat superioară celei calculate.

În cazul în care există și un angrenaj, se raportează cuplul echivalent la arborele electromotorului -așa cum s-a arătat mai sus- și se verifică electromotorul la încălzire, luându-se în considerare sarcina cea mai mare, indicată în graficul de sarcină al utilajului.

În cazul unui utilaj cu funcționare de scurtă durată (și sarcini variabile), cum ar fi, de exemplu, un strung, cuplul echivalent se determină pentru perioada de lucru, fără a se mai ține seama de perioada de oprire.

În cazul unui utilaj cu funcționare intermitentă (formând cicluri de funcționare), cuplul echivalent se determină obișnuit, dacă se procură

electromotoare special construite pentru acest fel de funcționare, sau în formula cuplului echivalent se introduce și timpul de pauză (la numitorul fracției de sub radical al formulei), în cazul procurării de electromotoare normal construite.

Astfel, pentru diverse categorii de utilaje, determinarea cuplului lor rezistent și deci a puterii electromotoarelor necesare se face corespunzător modului lor de funcționare.

Exemplu:

Graficul de funcționare al unui utilaj este cel din figura 19, el repetându-se un timp îndelungat (6 ore). Să se determine puterea unui electromotor asincron care l-ar acționa. Cuplurile rezistente din grafic sunt raportate la arborele electromotorului, iar viteza acestuia va fi de 750 rot/min.

Rezolvare:

- Cuplul echivalent va fi:

$$M_e = \sqrt{\frac{10^2 \cdot 20 + 5^2 \cdot 20 + 7^2 \cdot 10 + 4^2 \cdot 10 + 6^2 \cdot 40}{20 + 20 + 10 + 10 + 40}} =$$

$$= \frac{4590}{100} = 45{,}9 = 6{,}7 \text{ kgfm}$$

- Puterea echivalentă va fi:

$$P_e = \frac{M_e \cdot n}{975} = \frac{6{,}7 \cdot 750}{975} = \frac{5025}{975} = 5{,}1 \text{ kW},$$

deci 5,5kW standardizată.

Motoarele asincrone trifazate (de puteri mici) se execută la următoarele valori:

a) Pentru puteri nominale, în kW

0,06	0,09	0,12	0,18	0,25	0,37	0,55	0,75	1,1	1,5	2,2	3	4
5,5	7,5	11	15	18,5	22	30 (37)	40 (45)	55	75	80	110	132

Observație: Valorile din paranteze se execută numai în cazuri bine justificate.

b) Pentru tensiuni nominale

Motoarele asincreone trifazate se execută la tensiuni nominale.

Motoarele cu tensiuni nominale de 220/380V se pot fabrica numai pentru echiparea rețelelor electrice existente de 220V și 500V.

c) Pentru turații nominale

Turațiile nominale ale motoarelor, în funcție de frecvența nominală, trebuie să fie:

- la frecvența de 50Hz: 3000, 1500, 1000, 750, 600 și 500 rot/min.
- la frecvența de 60Hz: 3600, 1800, 1200, 900, 720 și 600 rot/min.

Motoare de curent continuu

a) Puteri nominale, în kW

0,45	0,80	0,95	1,70	2,20	2,40	2,66	3,50	4,00	4,60	5,60
				6,10	6,20	11,00	12,50			

b) Tensiuni nominale

Tensiunile nominale la care se construiesc motoarele de curent continuu sunt: 24, 110, 220, 275, 300, 330V.

c) Turații nominale: 3000, 2300, 1500, 1450, 1350, 1100, 1050, 1000 rot/min.

5.5.6. Proprietățile motoarelor electrice de construcție obișnuită și domeniile principale de folosire

Motoarele de curent alternativ sunt de două feluri, și anume:

- *motoare asincrone de construcție simplă*, au un preț de cost scăzut, au cuplu și curenți de pornire mari, turații aproape constante, factor de putere scăzut la mers în gol cos φ=0,2-0,5, iar la plină sarcină 0,8-0,9, reglarea vitezei lor se face cu oarecare greutate; se folosesc pe scară largă în instalațiile industriale;

- *motoare sincrone*, se pornesc în asincron sau cu motor auxiliar de antrenare; cuplul lor crește cu sarcina, au turație constantă (turația de sincronism), supraexcitate debitează energie reactivă în rețea. Se folosesc în industrie ca motoare de mare putere cu turație constantă și, de asemenea, ca grupuri convertizoare și compensatoare sincrone.

Motoarele de curent continuu sunt după cum urmează:

- *motoare serie:* au cuplu de pornire mare, suportă supraîncărcări, se ambalează în gol, turația variind cu sarcina, se folosesc la tracțiunea electrică, precum și la acționarea pompelor și ventilatoarelor;

- *motoare derivație:* cu cuplu de pornire mic, nu suportă supraîncărcări mari, nu se ambalează în gol, având turație constantă, se folosesc pentru acționarea mașinilor de ridicat, mașinilor-unelte care necesită turație constantă (strunguri, etc.);

- *motoare mixte diferențiale:* au cuplul de pornire mic, turație constantă, se folosesc îndeosebi la instalațiile de țesătorie;

- *motoare mixte adiționale cu cuplu de pornire mare:* suportă supraîncărcarea, iar turația lor variază cu sarcina; se folosesc la acționarea laminoarelor, a preselor, a pompelor, a ventilatoarelor etc.

5.6. TRANSFORMATOARE DE PUTERE

Transformatoarele de putere sunt mașini electromagnetice care transformă static (fără piese în mișcare) o tensiune și un curent alternativ "primar" în altă tensiune și în alt curent "secundar". Această transformare se realizează prin intermediul variației fluxului magnetic alternativ, care se produce în circuitul său primar și care induce o forță electromotoare în circuitul secundar. Dacă la bornele circuitului secundar al transformatorului se racordează un receptor, atunci acesta va fi străbătut de un curent electric a cărui intensitate depinde de tensiunea la bornele circuitului transformatorului și de rezistența electrică a receptorului.

Tensiunea la bornele transformatorului este mai mică decât forța electromotoare indusă în interiorul său (în înfășurarea secundară datorită pierderii de tensiune produsă de curentul ce-l debitează pentru receptor: $U=E-RI$).

Transformatorul este construit, în general, dintr-un miez feromagnetic, format din tole de oțel silicios, și două bobinaje (primar și secundar), care nu sunt legate electric între ele, cu excepția autotransformatorului.

Când tensiunea secundară de la bornele transformatorului este mai mică decât tensiunea primară, transformatorul se numește "coborâtor de tensiune", iar dacă aceasta este mai mare, transformatorul se numește "ridicător de tensiune".

Transformatoarele pot fi mono sau trifazate și de mai multe tipuri, ca de exemplu:

- *transformatoare de putere* (folosite în toate rețelele electrice);

- *transformatoare de măsurare* (folosite la conectarea aparatelor electrice de măsurare, a divizorilor de tensiune etc.);

- *autotransformatoare* (folosite la pornirea motoarelor de c.a., c.c., etc.);

- *transformatoare speciale* (folosite în sudură, cuptoare electrice, în scopuri medicale etc.).

Între numărul de spire ale înfășurărilor motoarelor și tensiunile (primare și secundare) de la bornele acestuia există un raport numit "raport de transformare", și anume:

$$R_p = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{U_1}{U_2},$$

în care:

ω_1 și ω_2 reprezintă numărul de spire ale înfășurării primare, respectiv secundare, iar U_1 și U_2 sunt tensiunile corespunzătoare. La mersul în gol al transformatorlui pierderile -aproape exclusiv în fier- sunt de 0,5-1,5% din puterea lui nominală, iar factorul de putere foarte mic, de ordinul 0,1.

La mersul în sarcină al transformatorului, curenții din înfășurări sunt aproximativ în raport invers cu tensiunile respective:

$$\frac{U_1}{U_2} \cong \frac{I_2}{I_1}.$$

În transformatoare se produc pierderi în fier care pot fi considerate independente de sarcină și pierderi în cupru (în înfășurări) care depind de sarcină (curent).

Randamentul transformatorului se exprimă prin raportul:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1},$$

în care:

P_2 este puterea utilă (în secundar);

P_1 - puterea absorbită (în primar).

Deci randamentul variază și el devine maxim pentru acel curent care produce pierderi în cupru egale cu cele în fier.

La transformatoarele trifazate, bobinajele de înaltă și de joasă tensiune pot fi legate în stea sau în triunghi; bobinajele de joasă tensiune mai pot fi legate și în zigzag, așa cum se arată în figura 20.

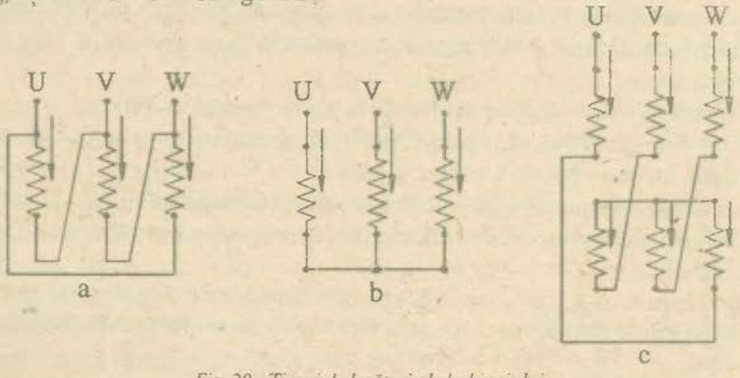


Fig. 20 - Tipuri de legături ale bobinajului

Cum atât circuitul primar, cât și circuitul secundar pot avea conexiuni diferite ale înfășurărilor lor, transformatoarele se clasifică și pe grupe de conexiuni, cum ar fi: stea-stea, stea-triunghi, stea-zigzag etc.

Transformatoarele de puteri egale sau diferite pot funcționa în paralel: pentru o funcționare optimă trebuie ca sarcina să se repartizeze, între aceste transformatoare, proporțional cu puterea nominală a fiecăruia.

În acest scop, transformatoarele trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să facă parte din aceeași grupă de conexiune;
- să aibă rapoarte de transformare pe cât posibil egale;
- tensiunile lor de scurtcircuit să fie egale (toleranță ±10%);
- să nu fie prea diferite ca putere (sub 3:1).

În cazul în care nu sunt îndeplinite aceste condiții, transformatoarele nu pot funcționa în paralel sau, dacă sunt îndeplinite cu abateri, funcționarea este nestabilă și periculoasă, datorită curenților de circulație care iau naștere între transformatoare și încărcării inegale (proporționale a acestora).

5.7. MUTATOARE ELECTRICE

Mutatoarele sunt mașini electrice care -așa cum arată și denumirea- produc mutații (schimbări) în starea în care se prezintă curentul electric, tensiunea electrică, frecvența etc. Ele sunt de mai multe feluri, și anume:

- **Redresoarele**. Transformă curentul alternativ în curent continuu (redresoare cu vapori de mercur, redresoare cu semiconductoare). Redresoarele cu semiconductoare sunt în prezent foarte utilizate; la fabricarea redresoarelor de puteri mici și tensiuni ridicate se folosește seleniul, iar pentru rest, diode redresoare cu siliciu. Redresoarele de mare putere se folosesc îndeosebi pentru instalațiile de electroliză și la căile ferate electrificate etc.

- **Invertoarele**. Transformă curentul continuu în curent alternativ: ele se folosesc în instalațiile electrice de pe vehicule, unde sursa de energie este o baterie de acumulatoare, în cazul alimentărilor de siguranță a consumatorilor prin baterii de acumulatoare (caz în care invertoarele se folosesc împreună cu redresoarele de încărcare a bateriilor) etc.

- **Convertizoarele de curent continuu**. Transformă un curent continuu tot într-un curent continuu, dar având alte caracteristici (privind intensitatea și tensiunea).

Pentru puteri electrice mici și tensiuni sub 100V se construiesc convertizoare cu tranzistoare, iar până la tensiunea de 5000V, cu tiristoare. Peste această tensiune se folosesc convertizoare cu tuburi cu vapori de mercur.

Ținând seama de principiul lor de funcționare, convertizoarele de curent continuu se împart în două grupe principale, și anume:

- cu circuit intermediar de curent alternativ;

- fără circuit intermediar de curent alternativ (variatoare de tensiune continuă).

Convertizoarele de curent alternativ. Transformă un curent alternativ tot într-un curent alternativ, dar având alte caracteristici (privind intensitatea, tensiunea, frecvența, numărul de faze). Ca în cazul convertoarelor de curent continuu, convertizoarele de curent alternativ se împart în două grupe, și anume:

a) cu circuit intermediar de curent continuu (convertizoare statice de frecvență);

b) fără circuit intermediar de curent continuu (variatoare de tensiune alternativă - cicloconvertoare).

Mutatoarele au în prezent un domeniu foarte larg de aplicare în instalațiile electrice de utilizare a energiei din industrie, tracțiune electrică etc. Ele prezintă față de mașinile electrice (motoare, transformatoare etc.) o serie de avantaje deosebite, cum ar fi: lipsa pieselor în mișcare, greutate și dimensiuni mici, construcție simplă și cost redus, randament ridicat, lipsa operațiilor de întreținere etc. De asemenea, ele oferă și posibilitatea folosirii unor sisteme de comandă foarte sensibile, rapide și exacte, în instalații.

De menționat că în diverse scheme de montare a mutatoarelor se folosesc în prezent așa numitele "tiristoare". Aceste semiconductoare se fabrică din siliciu și au rolul unui "ventil" care permite sau blochează trecerea curentului dintr-un circuit, într-un singur sens, la o comandă primită (impuls); ele sunt de tip lent sau de tip rapid și sunt prevăzute cu ventilație naturală sau forțată. Ele trebuie protejate împotriva supratensiunilor sau suprasarcinilor (apărute accidental în instalația în care sunt montate), prin cuplarea în derivație a unui grup serie RC (rezistor-capacitate), indicat de firmele producătoare pentru fiecare tip de tiristor.

În ultima vreme se folosește un nou element semiconductor, și anume, "triacul", care permite trecerea curentului în ambele sensuri. În această situație, un triac înlocuiește un grup de două tiristoare montate în antiparalel.

5.8. INSTALAȚII DE CONEXIUNE ȘI DISTRIBUȚIE (CIRCUITE PRIMARE)

5.8.1. Amplasarea instalațiilor electrice

Instalațiile electrice de conexiune și distribuție se amplasează pe cât posibil în apropierea centrului de greutate al consumatorilor de energie electrică. Tablourile de conexiune și distribuție nu se amplasează, de regulă, în încăperi umede, cu acțiune chimică dăunătoare, cu temperatură ridicată sau cu pericol de incendiu.

În încaperi sau spații de producție (care sunt accesibile și persoanelor neinstruite în exploatarea instalațiilor electrice) pot fi amplasate numai instalații electrice de tip "închis" (în care elementele componente sunt protejate contra atingerilor, pătrunderii corpurilor străine peste 1mm diametru, a picăturilor de apă și a deteriorării mecanice) sau instalații de tip "capsulat" (închise etanș).

La amplasarea instalațiilor electrice de conexiune și distribuție trebuie să se țină seama de:

- condițiile climatice ale mediului ambiant;
- altitudine;
- pericolul pătrunderii apei și prafului;
- pericolul de coroziune;
- pericolul de incendiu;
- pericolul de deteriorări mecanice.

Pentru aparatele și transformatoarele fabricate în România condițiile climaterice normale sunt acelea care nu depășesc următoarele valori:

- Valoarea medie maximă a temperaturii în decurs de 24 ore .... +35°C
- Valoarea maximă a temperaturii de scurtă durată .... +40°C
- Valoarea minimă a temperaturii .... -10°C
- Umiditatea relativă maximă 75%

Aparatele de măsurat nu se montează în încăperi cu temperaturi sub 0°C și peste +40°C.

În cazul în care se depășesc limitele normale de temperatură arătate mai sus se iau măsuri corespunzătoare de ridicare a temperaturilor coborâte din încăperile de amplasare, respectiv de montare de instalații și aparate special construite pentru funcționarea lor la temperaturi peste +40°C.

Pentru instalații amplasate la altitudini de peste 1000 m se folosesc aparate corespunzătoare, iar distanțele de izolație între părțile sub tensiune neizolate sau între acestea și părți legate la pământ -arătate în cele ce urmează- se măresc cu 1,25% pentru fiecare 100 m spor de altitudine.

În încăperile sau spațiile cu praf sau în care există pericol de pătrundere a stropilor de apă se folosesc numai aparate, tablouri sau dulapuri închise etanș.

Acolo unde există pericol de coroziune, întregul echipament al instalațiilor trebuie protejat împotriva acțiunii umidității și a agentului coroziv respectiv (vopsire corespunzătoare, capsulare etc.).

Încadrarea încăperilor din punctul de vedere al pericolului de incendiu se face în conformitate cu prevederile din normativele de prevenire și stingere a incendiilor. Echipamentul electric montat în încăperi cu pericol de incendiu trebuie astfel construit și montat încât să nu poată constitui cauza unui incendiu (evitare de arcuri electrice, scântei, încălzire excesivă a echipamentului), iar

suporturile acestuia trebuie confecționate din material incombustibil. Pe tablouri nu se montează aparate cu ulei.

Instalațiile electrice se amplasează în locuri ferite de deteriorări mecanice. Dacă acest lucru nu poate fi evitat, instalațiile se protejează prin mijloace speciale adecvate.

5.8.2. Scheme de conexiuni

Schema de conexiuni a unei instalații electrice trebuie să fie simplă, clară și astfel realizată încât să permită o efectuare rapidă și lipsită de pericol a manevrelor.

Coloanele de alimentare a tablourilor (intrările) trebuie prevăzute cu întrerupătoare automate sau manuale. Toate instalațiile de conexiuni și distribuție trebuie prevăzute cu separări de lucru, iar ca elemente de separare trebuie folosite numai aparate sau dispozitive cu întrerupere vizibilă (siguranțe fuzibile, separatoare, întrerupătoare în aer etc.). Utilizarea siguranțelor ca aparate de conectare în sarcină nu este admisă.

5.8.3. Instalarea echipamentului electric.Condiții generale

Instalațiile electrice trebuie executate numai cu aparate și materiale omologate, astfel alese, dimensionate și instalate încât să corespundă condițiilor normale de funcționare, condițiilor de funcționare la scurtcircuit, precum și condițiilor de mediu.

Distanța minimă de izolare în aer între piesele fixe sub tensiune a fazelor, precum și între acestea și părțile metalice legate sau în legătură cu pământul trebuie să fie de minimum 15 mm, la instalațiile de joasă tensiune.

Distanța de conturnare (distanța cea mai lungă de-a lungul izolației între părți sub tensiune neizolate sau între acestea și părți legate le pământ) trebuie să fie de minimum 30 mm.

Distanțele de protecție contra atingerilor accidentale de către personalul de exploatare trebuie să fie de:

- 50 mm la pereți sau uși pline sau alte elemente de construcție;
- 100 mm la pereți sau uși din plasă;
- 200 mm la bariere.

Distanțele de protecție împotriva atingerilor sunt arătate în figura 22.

Pereții de protecție, îngrădirile de protecție și ușile (pline sau din plasă) trebuie să aibă înălțime de cel puțin 1,70 m, iar barielele de cel puțin 1,20 m.

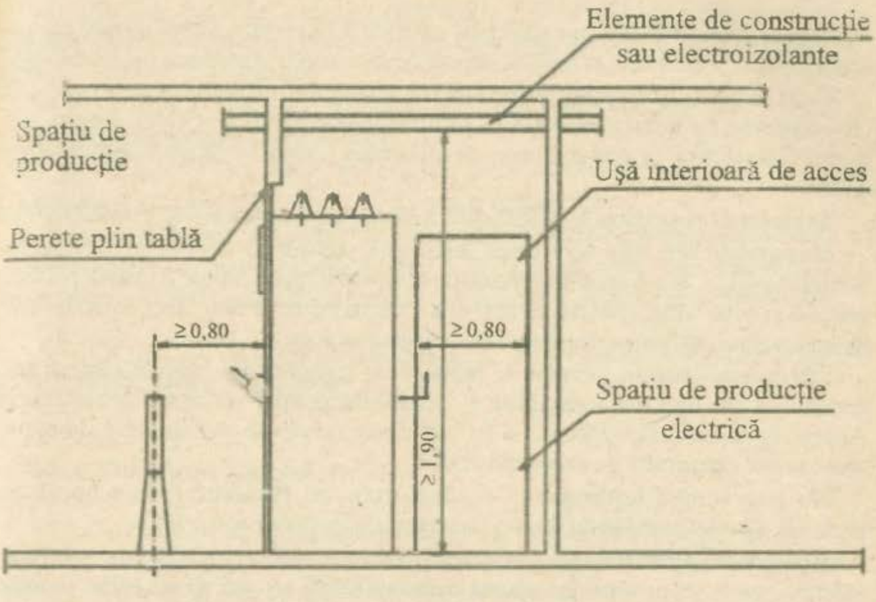


Fig 21 - Amplasarea panourilor deschise în spații de prod.

Pereții de protecție sau ușile pline se execută din materiale rigide și incombustibile (tablă de minimum 2 mm grosime). Îngrădirile sau ușile din plasă metalică se execută cu ochiuri de cel mult 20 x 20 mm, iar barierele se execută obișnuit din lemn ignifug sau din alt material rău conducător de electricitate.

Coridoare de acces

Pentru asigurarea deplasării ușoare a personalului de exploatare, a efectuării reviziilor și manipulărilor comode ale aparatelor din instalații, lățimea și înălțimea coridoarelor de deservire trebuie să fie corespunzătoare.

Astfel, lățimea coridorului din fața sau din spatele tabloului, măsurată de la îngrădirea de protecție, trebuie să fie de minimum 0,80 m; lățimea din spatele tabloului măsurată între elementele sub tensiune neizolate și perete (d) trebuie să fie de minimum 1 m, iar distanța între elementele sub tensiune neizolate, situate de o parte și de alta a coridorului (e), de minimum 1,40 m.

Înălțimea de la pardoseală și până la piesa aflată sub tensiune, neîngrădită, de deasupra coridorului de deservire, trebuie să fie de minimum 2,50 m, iar de la pardoseală și până la alte elemente constructive (care nu se găsesc sub tensiune) de minimum 1,90 m.

În cazul în care nu se poate asigura înălțimea de 2,50 m se pot monta plase de protecție orizontale, dar până la înălțimea de minimum 1,90m.

Pentru tablouri având lungimi mai mari de 7 m trebuie să se asigure căi de acces în spatele acestora, la ambele capete (dacă coridorul este mai îngust de 3m).

Ușile încăperilor cu echipament electric se deschid, de regulă, spre exterior și ele se prevăd cu broaște automate, care se pot deschide fără cheie numai din interior; ele trebuie să aibă înălțimea de minimum 1,90 m, iar lățimea de minimum 0,75m.

Tablouri de conexiune și distribuție. Aparate de conectare. Siguranțe fuzibile

Materialele din care se fabrică tablourile trebuie să fie incombustibile și nehigroscopice. Tablourile de conexiune și de distribuție trebuie montate perfect vertical și bine fixate, pentru a nu vibra. Pentru curenții mai mari de 100A din interiorul tablourilor se recomandă folosirea barelor.

Conductele, barele, clemele și bornele de legătură din spatele tablourilor trebuie să fie ușor de identificat și accesibile pentru verificări și reparații. Aparatele de conectare trebuie să fie astfel montate încât să întrerupă simultan toate fazele circuitului pe care-l deservesc.

Nu este admisă întreruperea conductorului de protecție (conductorul de legare la pământ sau a celui de nul ce servește și pentru protecție).

Amplasarea aparatelor de conectare se face astfel încât arcurile sau scânteile electrice care se produc în timpul exploatării să nu fie periculoase pentru personalul de deservire și să nu producă scurtcircuite, puneri la pământ etc.

Aparatele de conectare în formă de cuțite se vor monta astfel încât ele să nu poată închide datorită greutății proprii, a vibrațiilor sau lovirii aparatelor. La decuplare, cuțitele nu trebuie să rămână sub tensiune.

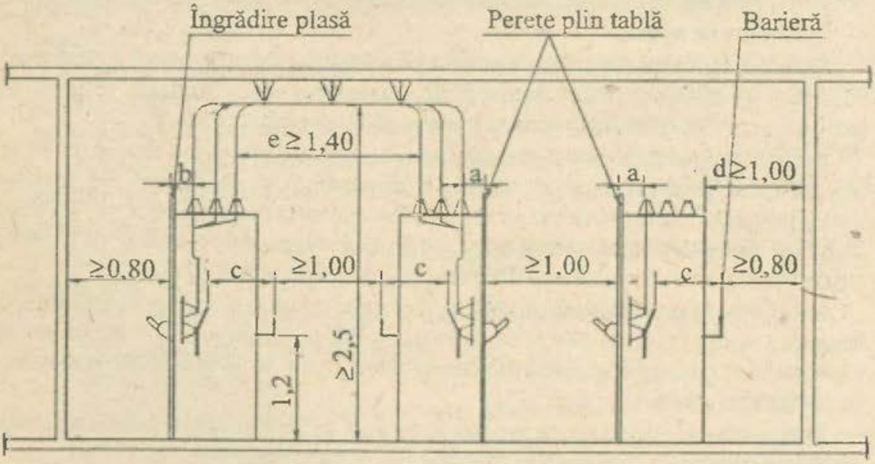


Fig. 22 - Distanțe minime de protecție și de deservire

În cazul aparatelor de conectare montate în spatele tabloului, dispozitivele de acționare a acestora, manevrabile din fața tabloului, drebuie să aibă indicate clar pozițiile "închis" sau "deschis".

În instalațiile electrice trebuie montate numai siguranțe calibrate.

Se interzice montarea de siguranțe:

- pe conductorul utilizat ca nul de lucru la circuitele bifazate cu trei conductoare și la circuitele trifazate cu patru conductoare;

- pe conductoarele instalației de protecție (de legare la pământ sau la nul).

Siguranțele vor trebui montate astfel încât la producerea unui scurtcircuit să nu prezinte pericol pentru restul instalației și pentru personalul de exploatare.

5.9. CONTOARE ȘI AGREGATE PENTRU MĂSURAREA ENERGIEI ELECTRICE

5.9.1. Măsurarea energiei electrice

Măsurarea energiei electrice se face în diferite puncte: la producere - în centrale; la tansport - în stații și la utilizare -la consumator. Această măsurare a energiei electrice se face cu ajutorul contoarelor electrice.

În instalațiile electrice de curent alternativ se utilizează în principal contoare al căror principiu de funcționare este inducția electromagnetică (contoarele de inducție). Acestea s-au impus în practică datorită simplității lor constructive, costului redus și siguranței pe care o prezintă în funcționare.

Contoarele electrice care se instalează de întreprinderile de electricitate la consumatori și care servesc pentru evidența comercială a energiei furnizate acestora se numesc contoare de decontare. Cele care servesc pentru evidența tehnică sau de control al energiei electrice în cadrul centralelor sau stațiilor electrice, al întreprinderilor industriale etc. se numesc contoare de control sau statistice.

Contoarele proprietate personală care servesc la deconectarea energiei electrice între locatarii unui imobil unde există instalat un singur contoar comun al intreprinderii furnizoare de electricitate se numesc obișnuit contoare pasante. Ele nu sunt întreținute și exploatate de întreprinderile furnizoare de electricitate și nu sunt luate în evidența acestor întreprinderi.

După instalațiile pe care le deservesc și felul energiei electrice înregistrate se deosebesc contoare monofazate sau trifazate, contoare de energie electrică activă sau reactivă.

După sistemul tarifar aplicat la decontarea energiei electrice se deosebesc:

- contoare cu un cadran de înregistrare a energiei electrice;

- contoare cu două sau trei cadrane de înregistrare a energiei electrice și cu ceasornic de comutare a înregistrării de pe un cadran pe altul;

- contoare cu unul sau două cadrane și cu unul sau două indicatoare de maxim pentru puterea maximă absorbită (puterea medie din sfertul de oră cel mai încărcat ca sarcină electrică pe intervalul de timp considerat: zi, lună etc.);

- contoare speciale (cu înregistrare grafică a puterilor maxime absorbite, contoare însumatoare a energiilor și puterilor electrice, în cazul marilor consumatori industriali alimentați pe mai multe căi etc.).

La contoarele cu mai multe cadrane trecerea înregistrării de pe un cadran pe altul se face la anumite ore dorite, prin ceasornice de comutare care se montează odată cu contoarele respective.

După numărul elementelor active (wattmetrice) se deosebesc:

- contoare cu un singur element activ (monofazate);

- contoare cu două elemente active (pentru instalații de joasă tensiune cu sarcini echilibrate pe faze în distribuție cu trei conductoare și pentru instalații de înaltă tensiune);

- contoare cu trei elemente active (pentru instalații de joasă tensiune cu sarcini neechilibrate pe faze în distribuția cu patru conductoare).

Montarea contoarelor electrice la instalații poate fi făcută:

- direct, în instalațiile de joasă tensiune, fără intermediul altor dispozitive; aceasta se face în general pentru puteri, respectiv, intensități mici, până la 150A;

- semidirect, în instalațiile de joasă tensiune, prin intermediul transformatoarelor (reductoarelor) de curent;

- indirect, în instalațiile de înaltă tensiune, prin intermediul transformatoarelor de curent și al transformatoarelor de tensiune. Contoarele care se montează cu transformatoare de curent au bobinele de intensitate construite în general pentru un curent de 5A (în cazuri speciale pentru 1A), curent debitat de secundarul transformatorului de curent.

Contoarele care se montează cu transformatoare de tensiune au bobinele de tensiune construite pentru 100V (cât debitează secundarul transformatorului său de tensiune) sau 110V.

Ansamblul format din contoar și anexele sale (transformatoare de măsură și ceasornic de comutare) constituie ceea ce se numește un echipament sau un agregat de măsurare a energiei electrice.

Contoarele pot fi construite astfel încât mecanismul lor de înregistrare să arate direct cantitatea totală de energie consumată sau să fie multiplicată înregistrarea lui cu o constantă -notată pe plăcuța contorului- numită constanta proprie de multiplicare a contoarului.

Pe baza datelor specificate pe plăcuța unui contoar ne putem da seama de felul contoarului și în ce instalații poate fi folosit.

Astfel:

- dacă pe plăcuță este indicată tensiunea de 100V sau 110V și curentul de 5A, înseamnă că acest contoar este pentru instalații de medie sau înaltă tensiune (deci pentru montare indirectă prin transformatoare de tensiune și transformatoare de curent);

- dacă pe plăcuță este indicația 3x380V -20A sau 3x20A-380V, contoarul este pentru instalații cu trei conductoare de fază fără nul, pentru 380V, deci pentru montare directă (nu avem notată și tensiunea de 220V între faze și nul);

- dacă pe plăcuță este indicația 3x380/220V-20A sau 3x20A-380/220V, contoarul este pentru instalații electrice obișnuite de joasă tensiune cu patru conductoare (trei faze și nul), cu montare directă la tensiunea de 3x380/220V;

- dacă pe plăcuță este indicația: 3x380V-150/5A sau 3x150/5A-380V contoarul este pentru instalații cu trei conductoare de fază (fără nul), deci cu două elemente wattmetrice și cu montare semidirectă prin transformatoare de curent; acest lucru ni-l indică notația 150/5A;

- dacă pe plăcuță este indicația: 3x380/220V-150/5A sau 3x150/5A-380/220V, contoarul este pentru instalații cu patru conductoare (trei faze și un nul), deci cu trei elemente wattmetrice și cu montare semidirectă, prin trei transformatoare de curent.

Contoarele trebuie montate perfect vertical, pe tablouri speciale sau pe rame metalice pentru contoare, în încăperi uscate, ferite de praf, de gaze sau de umezeală, de vibrații și în care temperatura să nu scadă sub 0° și să nu depășească +40°C.

5.9.2. Determinarea mărimii contoarelor

Mărimea contoarului ce urmează să se monteze într-o instalație se determină (în amperi) după curentul corespunzător puterii maxime pe care o va absorbii acea instalație.

În instalațiile monofazate

Pentru iluminat, mărimea contoarului în amperi se stabilește după formula:

$$I = \frac{P}{U},$$

în care:

P este puterea instalată, în W;

U - tensiunea de alimentare, în V;

I - intensitatea curentului (și deci a contoarului necesar).

Exemplu: Un branșament monofazat alimentează cu energie electrică, sub tensiunea de 220V, o instalație electrică de iluminat de 5,1 kW.

Ce contor va trebui montat?

Se va monta un contor pentru:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{5100}{220} = 23{,}1\ A.$$

Se va alege deci un contoar monofazat de 25A-220V.

Pentru iluminat și forță se folosește formula:

$$I = \frac{P \cdot k}{U \cdot \cos\varphi},$$

în care:

P și U sunt puterea instalată, respectiv tensiunea;

$\cos\varphi$ - factorul de putere mediu al instalației;

k - coeficientul de cerere.

Exemplu: Să se determine mărimea contoarului ce se va monta pentru o instalație monofazată care are o putere instalată de 1,2kW în lămpi și de 4,3kW în forță și care funcționează la 220V, cu un factor de putere mediu ($\cos\varphi$) de 0,9 și un coeficient de cerere k=1 (puterea instalată fiind mică).

Puterea total instalată:

P=1200+4300=5500W.

Curentul absorbit:

$$I = \frac{P \cdot k}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{5500 \cdot 1}{220 \cdot 0{,}9} \cong 28\ A.$$

Se va monta un contoar monofazat la 30A - 220V.

În instalațiile trifazate

Pentru iluminat (distribuție cu trei faze și nul) se consideră că lămpile sunt distribuite egal pe cele trei faze și se aplică relația:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U},$$

în care P și U sunt puterea instalată, respectiv tensiunea între faze.

Exemplul 1: O instalație de iluminat trifazată, având puterea de 6kW egal distribuită pe cele trei faze, este alimentată sub tensiunea de 3x380/220V. Ce contoar este necesar?

Rezolvare:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{6000}{1{,}73 \cdot 380} = 9{,}1A.$$

Se va monta un contoar trifazat de 380/220V - 3x10A.

Dacă lămpile nu sunt egal distribuite pe cele trei faze, se determină intensitatea curentului din faza cea mai încărcată, folosindu-se formula pentru instalațiile monofazate.

Exemplul 2: O instalație trifazată de iluminat are o putere instalată pe cele trei faze astfel: faza I - 2kW; faza a -II-a -2,5kW și faza a -III-a - 2,7kW. Ce contoar este necesar?

Rezolvare:

Se ia în considerare faza cea mai încărcată (faza a -III-a) și se determină curentul absorbit:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2700}{220} \doteq 12{,}2A.$$

Se va monta un contor de 380/220V-3x15A.

Pentru forța (distribuție cu trei faze) fără nul se folosește formula:

$$I = \frac{P \cdot k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi},$$

în care:

P este puterea instalată;

U_e - tensiunea între faze;

$\cos\varphi$ - factorul de putere mediu al instalației;

k - coeficientul de cerere.

Exemplul 3: O instalație de utilizare se alimentează cu energie la tensiunea de 3x500V care are receptoare trifazate de forță însumând o putere instalată de 9kW, lucrează cu un factor de putere $\cos\varphi$ =0,8 și cu un coeficient de cerere k=0,8. Ce contoar electric trebuie instalat?

Rezolvare:

$$I = \frac{P \cdot k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{9000 \cdot 0{,}8}{1{,}73 \cdot 500 \cdot 0{,}8} = 10{,}4\ A.$$

Se va monta un contor de 3x500V-10A.

Pentru iluminat și forță (distribuție cu trei faze și nul) se determină intensitatea curentului absorbit de instalație, ca și în cazurile precedente, folosindu-se formula pentru forță, dacă fazele sunt egal încărcate. În caz contrar, se determină curentul din faza cea mai încărcată și se montează un contoar pentru acest curent.

Procedeele de determinare a mărimii contoarelor arătate mai sus se aplică la contoarele ce se montează direct la instalația de joasă tensiune (pentru curenți până la 3x150A).

În cazul instalațiilor electrice care absorb curenți mai mari de 150A (respectiv 50A pentru contoarele fabricate deocamdată în țară), contoarele se montează prin intermediul transformatoarelor de curent iar modul de determinare a mărimii lor va fi tratat ulterior.

Exemplul 4: Să se monteze contoarul electric corespunzător unei instalații electrice de iluminat și forță alimentată la tensiunea de 380/220V, având o putere

instalată de 7,8kW în lămpi repartizate egal pe cele trei faze, și de 38kW în electromotoare trifazate de diverse puteri.

Factorul mediu de putere ($\cos\varphi$) al instalației este de 0,85, iar coeficientul de cerere k=0,7.

Rezolvare:

Puterea totală instalaă:

$$P = \frac{P_L}{3} + P_M = \frac{7,8}{3} + 38 = 40,6 \text{ kW}.$$

Intensitatea absorbită:

$$I = \frac{P \cdot k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{40600 \cdot 0,7}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,85} = \frac{28420}{558,7} = 51 \text{ A}.$$

Se va monta un contoar electric de 3x50A-380/220V

5.9.3. Transformatoare de curent

Transformatoarele de curent se utilizează în scopul obținerii unor curenți de intensitate mică (până la 5A sau la 1A), proporțional cu curenții mari, care circulă în general în instalațiile în care se montează aceste transformatoare. Ele au o înfășurare primară și una sau mai multe înfășurări secundare, după cum trebuie să alimenteze una sau mai multe categorii de aparate, cum ar fi:

- aparate de măsurare;
- aparate de protecție și automatizare (exclusiv protecția diferențială);
- aparate de protecție diferențială;
- dispozitive de acționare pentru curent alternativ operativ.

Există transformatoare de curent și pentru mai multe valori ale curentului primar, cu borne diferite (deci cu diferite raporturi de transformare a curentului, exemplu 100-300-500/5A).

Înfășurările secundare ale transformatoarelor de curent au, de obicei, caracteristici diferite, adecvate aparatelor ce se leagă între ele, iar curenții secundari nominali din aceste înfășurări sunt de 5A sau de 1A, așa cum s-a arătat și mai sus.

Transformatoarele de curent pentru joasă tensiune se construiesc pentru tensiuni nominale de 500V, 750V, 1000V, într-o scară largă de intensități: de la zeci până la mii de amperi.

Raportul de transformare nominal al transformatorului de curent este raportul dintre curentul nominal primar și curentul nominal secundar (exemplu: 10/5 A, 40/5 A, 200/5 A, 1500/5 A etc.).

Sarcina nominală a transformatorului de curent -Z- (indicată pe plăcuța lui) este sarcina totală în ohmi a aparatelor ce se pot lega pe secundarul

trans ormatorului și pentru care erorile nu depășesc limitele corespunzătoare clasei 'e precizie a transformatorului (care în general este de 0,5%).

Puterea nominală a transformatorului de curent - exprimată în VA și indicată pe plăcuța lui - este produsul dintre sarcina nominală a secundarului -Z- și pătratul curentului nominal al secundarului (I_{ns}^2).

Transformatorul de curent se execută în mod obișnuit pentru puteri nominale între 2,5-90 VA.

Pentru ca transformatoarele de curent să funcționeze cu precizia corespunzătoare, este necesar ca:

- raportul de transformare să rămână constant, oricare ar fi sarcina (adică, la orice sarcină, curentul secundar să fie proporțional cu curentul primar);
- curentul secundar să fie permanent în fază cu curentul primar.

Practic, condițiile de mai sus sunt îndeplinite numai între anumite limite, numite limite de erori ale transformatorului respectiv.

Transformatoarele de curent au deci "erori de curent" (sau erori de raport) și "erori de unghi" ("erori de fază"). Eroarea de curent (sau de raport) pentru o valoare determinată a intensității primare este diferernța dintre curentul secundar real și valoarea calculată a acestui curent. Împărțind curentul primar corespunzător prin raportul de transformare nominal, această diferență este exprimată în procente față de curentul primar.

Eroarea este considerată ca pozitivă când curentul secundar real (măsurat) este mai mare decât cel calculat (prin împărțirea curentului primar la raportul de transformare).

Eroarea este dată de formula:

$$E_r = \frac{KI_s - I_p}{I_p} \cdot 100\% ,$$

în care:

K este raportul de transformare;

I_s - curentul în secundar;

I_p - curentul în primar.

Eroarea de unghi (sau de fază) este unghiul de fazaj dintre vectorul curentului primar și vectorul curentului secundar, rotit cu 180°.

Eroarea se consideră pozitivă dacă vectorul curentului secundar este decalat înaintea celui primar și ea se măsoară în minute. .

Erorile de curent și de unghi pentru diferite valori ale sarcinii sunt indicate în tabele sau în diagrame corespunzătoare diverselor tipuri de transformatoare de curent.

Clasa de precizie a transformatorului de curent reprezintă eroarea de curent maximă (în procente), la funcționarea în plină sarcină a transformatorului (exemplu: 0,2%, 0,5%, 1%, 3%).

Curentul primar nominal al transformatorului de curent ce se alege pentru motoare trebuie să fie mai mare sau cel puțin egal cu curentul nominal din circuitul pe care se montează transformatorul. De menționat că transformatoarele de curent nu suportă suprasarcini de durată mai mari de 20%.

În cazul transformatoarelor de curent care alimentează aparate de măsurare, cum ar fi, de exemplu, contoarele electrice, se recomandă ca alegerea lor să se facă chiar pentru curentul nominal al contoarelor respective sau chiar mai mici cu până la 20%. Această alegere este necesară pentru a nu se mări erorile de măsură ale transformatoarelor la curenți mici (sarcini mici pe contoare). Marcarea bornelor transformatoarelor de curent se face astfel încât curntul care trece prin aparatul de măsură legat la înfășurarea secundarului să aibă același sens ca și când aparatul de măsură ar fi legat direct pe partea primară, la bornele cu același nume.

Bornele primare ale transformatoarelor de curent se marchează cu *K* și *L* (sau L_1 și L_2), iar cele secundare cu *k* și *l* (sau l_1 și l_2).

De reținut în mod special că secundarul unui teansformator de curent montat într-o instalație trebuie legat în mod obligatoriu la diferite aparate pe care le deservește (contoare, relee etc.), sau trebuie legate în scurtcircuit, atunci când aparatele respective sunt deconectate.

Întreruperea circuitului secundar al transformatorului de curent aflat în funcțiune produce, pe de o parte, tensiuni periculoase la bornele secundarului -cu pericol de străpungeri și electrocutare- iar, pe de altă parte, transformatorul se poate arde datorită încălzirii excesive a miezului său de fier. Acest pericol este cu atât mai mare cu cât curentul secundar al transformatorului este mai mic.

Pentru motivele arătate mai sus se interzice montarea siguranțelor în circuitele secundare ale transformatoarelor de curent.

Determinarea mărimii transformatoarelor de curent se face la fel ca și pentru contoare în funcție de puterea maximă absorbită de instalație, de tensiune și de factorul de putere ($\cos\varphi$).

Exemplu: Ce transformatoare de curent sunt necesare pentru o instalație electrică de 100kW alimentată sub 3x380/220V și funcționând cu un $\cos\varphi = 0,7$?

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}\ U\cos\varphi} = \frac{1000000}{1,75 \cdot 380 \cdot 0,7} = 218\ \text{A}.$$

Alegem trei transformatoare de curent de 250/5A și 1000V, contoarul corespunzător fiind de 3x380/220V-250/5A. Dacă este necesar ca mărimea transformatoarelor de curent să se determine după transformatorul racordului electric în kVA (400kVA de exemplu), vom avea:

Sarcina lor secundară este în general de 30VA, iar clasa de precizie poate fi de 0,2%, 0,5%, 1% sau 3%.

Pentru alimentarea aparatelor de măsurat (contoare de decontare, wattmetre, ampermetre etc.), clasa de precizie trebuie să fie cel puțin 0,5%, iar pentru releele direcționale și de distanță 1%.

Secundarul transformatoarelor de tensiune poate fi închis printr-un rezistor foarte mare sau poate fi lăsat deschis. Aceasta spre deosebire de secundarul transformatoarelor de curent care trebuie să fie totdeauna închis (pe aparatele pe care le deservește sau în scurtcircuit).

Transformatoarele de tensiune se protejează împotriva curenților de scurtcircuit prin siguranțe fuzibile cu caracteristici corespunzătoare atât pe partea de joasă tensiune (de regulă cu siguranțe de 6A), cât și pe partea de înaltă tensiune (cu siguranțe de 2A).

Ele se construiesc -ca și cele de curent- de tipul de interior sau de exterior.

5.9.5. Tipuri de contoare

Contoarele de energie activă au fost descrise anterior.

Contoare de energie reactivă

Pentru determinarea factorului de putere mediu dintr-o instalație trebuie să cunoaștem, pe lângă energia electrică activă consumată, și energia reactivă consumată în același interval de timp. Energia reactivă se măsoară cu contoarele de energie reactivă.

Contoarele de energie reactivă se montează în serie cu contoarele de energie activă.

Ceea ce este particular la montarea unui contoar de energie reactivă este faptul că bobinele de tensiune ale acestuia nu se leagă la fazele la care sunt legate bobinele de curent, ci tensiunea este dată de celelalte două faze.

De remarcat că bobinele de curent și cele de tensiune ale contoarelor de energie reactivă trebuie să fie pentru același curent, respectiv aceeași tensiune, ca și cele ale contoarelor de energie activă cu care se leagă în serie (bobinele de curenți, în serie; cele de tensiune, în derivație).

Contoare cu dublu cadran

Contoarele cu dublu cadran se folosesc în cazul aplicării de tarife diferite (două taxe) pentru consumurile de energie electrică din anumite ore ale zilei. Ele se deosebesc de contoarele obișnuite prin construcția mecanismului lor de înregistrare, care este dublu, pentru cele două cadrane (un cadran pentru tariful ridicat și al doilea pentru tariful redus).

Schimbarea înregistrării de pe un cadran pe altul se obține cu ajutorul unui electromagnet montat în interiorul contoarului și care este acționat de un

ceasornic de comutare (de contact), potrivit pentru orele prevazute de tarif. Ceasornicul poate fi cu întoarcere manuală sau automată, printr-un dispozitiv special, conectat la tensiunea rețelei, sau poate fi acționat centralizat, prin impulsuri.

Contoare cu indicatoare de putere maximă

La marii consumatori industriali sau similari, la care se aplică tariful binom pentru energia electrică livrată, se montează în mod obișnuit contoare care, în afară de energia electrică consumată, indică și puterea maximă absorbită în perioada de facturare. Contoarele pot fi cu unul sau cu două indicatoare de putere maximă.

Puterea maximă indicată este media maximă a puterilor absorbite de consumatorul respectiv în 15 minute din intervalul de timp considerat (o zi, o lună). Contoarul este astfel construit încât acul indicator de maxim rămâne în aceeași poziție, în cazul în care sarcina medie -absorbită în perioadele următoare de câte 15 minute- scade, sau el se deplasează înainte, ocupând o nouă poziție, când sarcina medie crește. Acționarea diverselor dispozitive de comutare la aceste contoare se efectuează cu ajutorul unor ceasornice speciale de comutare.

5.9.6. Montarea contoarelor

Montarea contoarelor în instalațiile pe care le deservesc trebuie făcută cu multă atenție, respectându-se strict schemele respective (lipite pe partea interioară a capacelor ce acoperă bornele de legătură ale contoarelor), pentru a se evita greșelile ce pot interveni și care au ca urmare o înregistrare necorectă a energiei electrice.

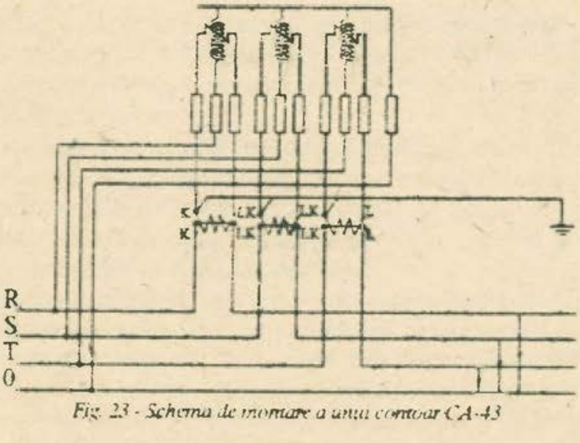


Fig. 23 - Schema de montare a unui contoar CA-43

de tensiune ale contoarului au câte un capăt conectat direct la conductoarele de fază la care sunt racordate transformatoarele respective de curent (R și T), conductorul comun fiind conectat la conductorul de fază (S), pe care nu este montat nici un transformator;

- instalații cu patru conductoare, la care se montează contoare cu trei elemente wattmetrice, prin intermediul a trei transformatoare de curent. Cele trei bobine de tensiune ale contoarului au câte un capăt conectat direct la conductorul de fază pe care este montat transformatoarul de curent respectiv (*R*, *S* și *T*), conductorul comun fiind conectat la conductorul de nul, așa cum se arată în figura 23.

Bornele transformatoarelor de curent sunt notate prin litere mari (cele primare) și prin litere mici (cele secundare), diferite după țara constructoare. Pentru cele mai folosite transformatoare de curent din țara noastră avem următoarele notări:

$\begin{Bmatrix} L_1; L_2 \\ l_1; l_2 \end{Bmatrix}$ pentru transformatoarele fabricate în fosta U.R.S.S;

$\begin{Bmatrix} K; L \\ k; l \end{Bmatrix}$ pentru transformatoarele fabricate în fostaCehoslovacie și cele din România;

$\begin{Bmatrix} P_1; P_2 \\ S_1; S_2 \end{Bmatrix}$ pentru transformatoarele fabricate în Franța și Suedia.

Așa cum s-a arătat mai sus, la montarea contoarelor prin intermediul transformatoarelor de curent trebuie să se acorde o atenție deosebită racordării corecte a conductoarelor la secundarul transformatoarelor, așa cum se indică în schema fiecărui contoar.

Dacă conductorul de intrare (de la branșament, de exemplu) este legat la borna "K" a primarului transformatorului, atunci conductorul care pleacă de la borna "*k*" a secundarului respectiv trebuie legat la borna de intrare a bubinei contoarului, așezată se obicei la stânga, iar ieșirea acestei bobine se va lega la borna "*l*" a secundarului transformatorului.

Dacă, datorită spațiului redus unde se montrază grupul de măsură, transformatorul de curent este montat invers, adică conductorul de intrare (de la branșament) este legat la "*L*", atunci conductorul care pleacă de la borna secundarului"l" a transformatorului va trebui legat la borna de intrare a bobinei de curent a contoarului, iar ieșirea bobinei la borna "*k*" a transformatorului. Cu

alte cuvinte, trebuie să se aibă grijă ca sensul curentului în fiecare din bobinele de curent ale contoarului să fie același cu sensul curentului din primarul transformatorului de curent respectiv.

Legăturile la bornele de tensiune ale contoarului vor fi făcute ținându-se seama de ordinea fazelor, care se stabilește cu ajutorul indicatorului de fază. De notat că bornele de tensiune ale contoarului sunt dispuse după ordinea normală a fazelor, adică bornele de la stânga la dreapta corespund literelor R, S, T. Este de reținut că la legarea la pământ a câte una din bornele secundarului fiecărui transformator de curent trebuie, în mod obligatoriu, să se lege aceeași bornă de la fiecare secundar (de exemplu, "k" pentru toate reductoarele). De asemenea, trebuie legate la pământ și cutiile metalice de protecție ale transformatorului. Secțiunea conductorului de legare la pământ trebuie să fie de minimum $16mm^2$Cu.

Montarea contoarelor în instalațiile de înaltă tensiune

Contoarele electrice pentru instalațiile de înaltă tensiune se montează indirect, prin intermediul a două transformatoare de tensiune și două transformatoare de curent.

Cele două transformatoare de curent se montează fiecare pe câte o fază a instalației de înaltă tensiune (exemplu, R și T). Transformatoarele de tensiune au câte o bornă legată la faza la care este montat transformatorul de curent respectiv, legătura comună fiind luată de la faza arătată în figura 25.

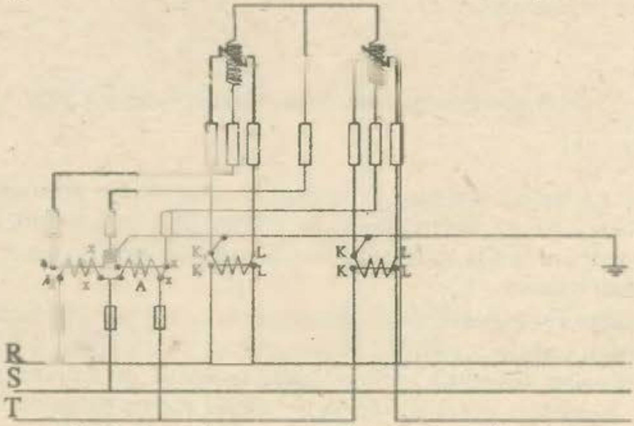


Fig.25 - Scema de montate a unui contoar de energie activă

În cazul în care în loc de două transformatoare de tensiune monofazate se utilizează un transformator de tensiune trifazat, schema de montare este dată în figura 26.

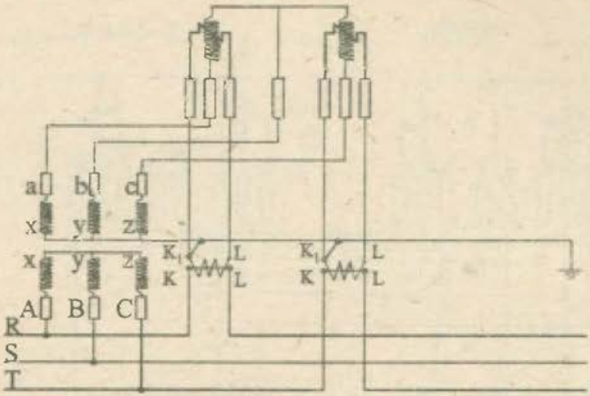


Fig. 26 - Schema de montaj indirect

Conductoarele de legătură dintre contoar și transformatoarele de măsură (transformatoarele de curent și tensiune) trebuie să fie cât mai scurte posibil, fără înnădituri în lungul lor.

Conductoarele circuitelor transformatoarelor de curent trebuie să aibă secțiuni diferite, pentru a se evita greșelile de legare a lor la contoar. În mod obișnuit, conductoarele de sosire la contoar au secțiunea de $6mm^2$Cu, iar cele de plecare de la contoar au secțiunea de $4mm^2$Cu.

Fiecare circuit al transformatorului de curent trebuie protejat în tub P cu Φ18mm.

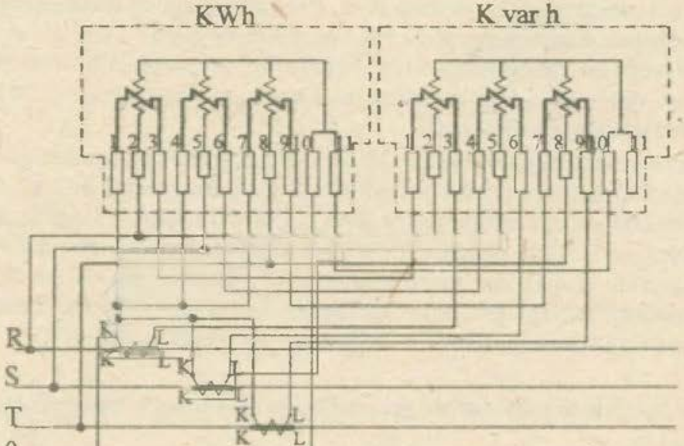


Fig. 27 - Schema de montaj semidirect

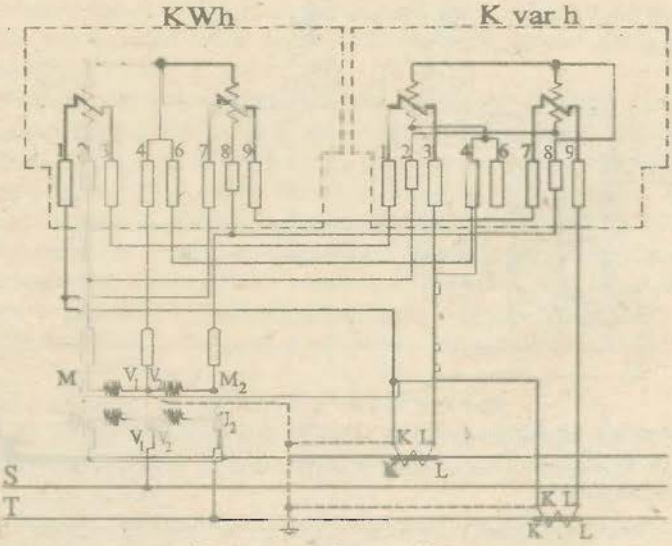


Fig. 28 - Schema de montaj indirect

Conductoarele transformatoarelor de tensiune de 2,5mm²Cu se montează în tub separat. Conductorul comun de tensiune se recomandă să fie colorat diferit sau să fie de secțiune diferită, pentru a fi ușor de identificat. Ca și în cazul contoarelor de joasă tensiune montate cu transformatoare de curent, determinarea conductoarelor de fază R, S, T se face cu ajutorul indicatorului de fază. La legarea conductoarelor care vin de la cele trei faze R, S, T, ale transformatorului de tensiune la bornele de tensiune ale contoarului, conductorul comun se va lega întotdeauna la borna comună a celor două bobine de tensiune ale contoarului (faza S).

Transformatoarele de tensiune se asigură atât pe partea de joasă tensiune (cu siguranță de 6A), cât și pe partea de înaltă tensiune (cu siguranțe de 2A); punctul comun al secundarului, corespunzător fazei primare comune, se leagă la pământ. De asemenea, se leagă la pământ și câte una din bornele secundarului fiecărui transformator de curent, dar totdeauna aceeași (de exemplu, borna "k" de la ambele transformatoare), precum și carcasele contoarelor și cutiile metalice de protecție ale transformatoarelor, cu un conductor comun de 16mm²Cu.

5.9.7. Constantele generale ale grupurilor de măsurare a energiei electrice

Contoarele destinate a fi montate prin intermediul transformatoarelor de curent sau al transformatoarelor de tensiune au, în general, notate pe plăcuțele

$$C_g = C_c \cdot \frac{I}{i},$$

adică indicațiile contoarului respectiv trebuie înmulțite cu constanta proprie a contoarului (dacă el are și o constantă proprie) și cu raportul de transformare al celor trei transformatoare de curent.

În cazul în care se folosesc în instalații de înaltă tensiune contoare de 3x5A-100V (sau 110V), cu două transformatoare de tensiune și două transformatoare de curent, relația generală de determinare a constantei generale a contoarului devine:

$$C_g = C_c \cdot \frac{I}{i} \cdot \frac{U}{u},$$

adică indicațiile contoarului trebuie înmulțite cu constanta proprie a contoarului (dacă el are și o constantă proprie), cu raportul de transformare al transformatoarelor de curent și cu raportul de transformare al transformatoarelor de tensiune.

În cazul utilizării unui contoar de 3x5A-120V cuplat la transformatoare de curent de .... 5A și transformatoare de tensiune de ..../110V, constanta generală se calculează, ca și pentru cazul contoarului de 3x5A-110V, fără ca înregistrarea contoarului să fie influențată.

De asemenea, putem folosi contoare directe de 3x10A sau de 3x15A în loc de contoare de 3x5A la transformatoarele de curnt de ..../5A, fără ca înregistrarea contoarului să fie influențată.

Exemple:

1. Un contoar trifazat de 3x380/220V-5A este cuplat cu trei transformatoare de curent de 300/5A și are constanta proprie C=1. Constanta generală cu care vor trebui înmulțite indicațiile contoarului va fi:

$$C_g = C_c \cdot \frac{I}{i} = 1 \cdot \frac{300}{5} = 60.$$

2. Un contoar trifazat de 3x380/220V-200/5A având constanta proprie $C_c = 10$ este cuplat cu trei transformatoare de curent de 400/5A. Constanta lui generală va fi:

$$C_g = C_c \cdot \frac{\frac{I_m}{i_m}}{\frac{I_c}{i_c}} = 10 \cdot \frac{\frac{400}{5}}{\frac{200}{5}} = 10 \cdot \frac{400}{5} \cdot \frac{5}{200} = 10 \cdot \frac{400}{200} = 20.$$

3. Un contoar trifazat de 3x5A-100V având constanta proprie $C_c = 0,1$ este cuplat cu două transformatoare de curent de 25/5A și cu două transformatoare de tensiune de 6000/100V. Constanta lui generală va fi:

$$C_g = C_c \cdot \frac{I}{i} \cdot \frac{U}{u} = 0,1 \cdot \frac{25}{5} \cdot \frac{6000}{100} = 0,1 \cdot 5 \cdot 60 = 30.$$

4. Un contoar trifazat de 3x1000/100V-200/5A având constanta proprie C_c=0,1 este cuplat cu două transformatoare de curent de 400/5A și cu două transformatoare de tensiune de 35000/100V. Constanta lui generală va fi:

$$C_g = C_c \cdot \frac{\frac{I_m}{i_m}}{\frac{I_c}{i_c}} \cdot \frac{\frac{U_m}{u_m}}{\frac{U_c}{u_c}} = 0{,}1 \cdot \frac{\frac{400}{5}}{\frac{200}{5}} \cdot \frac{\frac{35000}{100}}{\frac{1000}{100}} = 0{,}1 \cdot \frac{400}{200} \cdot \frac{35000}{1000} = 7.$$

5. Un contoar trifazat de înaltă tensiune 3x20000/110V-150/5A având constanta proprie C_c=1000 este cuplat cu două transformatoare de curent de 100/5A și două transformatoare de tensiune de 25000/100V. Constanta lui generală va fi:

$$C_g = C_c \cdot \frac{\frac{I_m}{i_m}}{\frac{I_c}{i_c}} \cdot \frac{\frac{U_m}{u_m}}{\frac{U_c}{u_c}} = 1000 \cdot \frac{\frac{100}{5}}{\frac{150}{5}} \cdot \frac{\frac{25000}{100}}{\frac{20000}{110}} = 1000 \cdot \frac{20}{30} \cdot \frac{250}{181.8} = 916.75.$$

6. Un contoar de înaltă tensiune de 3x200/5A-5000/100V având constanta proprie C_c=1 este cuplat la transformatoare de curent de 100/5A și la transformatoare de tensiune de 6000/100V. Constanta generală va fi:

$$C_g = 1 \cdot \frac{\frac{100}{5}}{\frac{200}{5}} \cdot \frac{\frac{6000}{110}}{\frac{5000}{100}} = 1 \cdot \frac{100}{5} \cdot \frac{5}{200} \cdot \frac{6000}{110} \cdot \frac{100}{5000} =$$

$$= \frac{100}{200} \cdot \frac{6000}{110} \cdot \frac{100}{5000} = 0{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}909 = 0{,}545.$$

7. Un contoar de 3x10A-380/220V este cuplat la un transformator de curent de 300/5. Constanta cu care trebuie înmulțite indicațiile contoarului este:

$$C_g = 1 \cdot \frac{300}{5} = 60.$$

5.9.8. Determinarea puterii medii absorbite de o instalație electrică cu ajutorul contoarului electric

Puterea medie absorbită pe o anumită perioadă de timp de către o instalație electrică se poate determina cu ajutorul contoarului electric și al unui cronometru. Determinarea se face cu ajutorul relației de mai jos, cronometrându-se timpul pentru un anumit număr de rotații ale discului contoarului:

$$P_{kW} = \frac{3600 \cdot n}{K \cdot t} \cdot C_g .$$

Furnizarea de către centalele electrice și a unei energii reactive, simultan cu cea activă, produce o încărcare suplimentară a generatoarelor și a rețelelor de transport și distribuție, ceea ce conduce la pierderi mărite de putere și de energie în acestea.

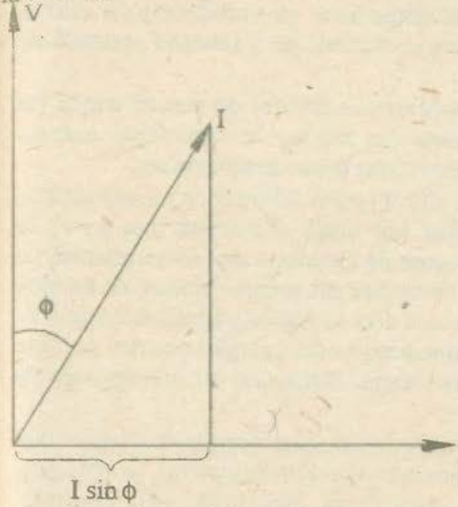


Fig. 30 - Sarcina inductivă

Prin producerea și furnizarea de energie reactivă se micșorează capacitatea instalațiilor în producerea, transportul și distribuția energiei active.

Indicele care ne ajută să deducem în ce măsură se produce (sau se consumă) energia reactivă față de cea activă este factorul de putere și el este reprezentat prin cosinusul unghiului de defazare ($\cos\varphi$) dintre tensiune și curent.

Relația care ne dă factorul de putere instantaneu este:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}},$$

în care:

P este puterea activă utilă ($UI\cos\varphi$);

S - puterea aparentă (egală cu produsul dintre tensiunea și intensitatea curentului din conductoarele respective) (UI);

Q - puterea reactivă ($UI\sin\varphi$).

Putem deci defini factorul de putere ca fiind raportul dintre puterea electrică activă și puterea electrică aparentă. Practic, valoarea factorului de putere, care într-o instalație de forță mai amplă variază continuu, se determină ca o medie pe o anumită perioadă de timp (o lună, un trimestru etc.), el numindu-se în acest caz factor de putere mediu.

Factorul de putere la un moment dat (instantaneu) se măsoară cu cosfimetrul, iar cel mediu se determină în general prin formula:

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_r}{W_a}\right)^2}}.$$

în care:

W_r este energia electrică rectivă consumată;

W_a - energia electrică activă consumată.

Energiile electrice activă și reactivă consumate se stabilesc prin citirea simultană a contoarelor de energie activă și reactivă, pe o anumită perioadă de timp.

Din relația de mai sus rezultă că valoarea factorului de putere crește (se îmbunătățește), apropiindu-se de unitate, în măsura în care scade energia electrică reactivă consumată de receptoare din rețeaua de alimentare.

Pentru un consum numai de energie activă (cazul lămpilor cu incandescență, de exemplu) valoarea factorului de putere este egală cu unitatea ($\cos\varphi=1$). În vederea înlăturării neajunsurilor provocate de circulația de putere reactivă (și deci de energie reactivă) în rețele, atât furnizorii cât și consumatorii de energie electrică iau măsuri de reducere a acesteia și deci de îmbunătățire a factorului de putere din instalațiile lor (de regulă, prin producerea energiei reactive de către anumite instalații generatoare a acestei energii, amplasate cât mai aproape de receptoare sau chiar la receptoare).

Factorul de putere este redus la consumatorii la care curentul de magnetizare este mai mare față de curentul de funcționare. Așa sunt, în general, motoarele și transformatoarele suplimentare, adică "slab încărcate" (de exemplu, transformatoarele de rețea), care merg în gol, transformatoarele de sudură motoarele de putere mică cu număr mare de poli.

Determinarea factorului de putere

Așa cum am arătat, valoarea factorului de putere nu este constantă, ci ea variază în timp, după o serie de cauze (mărirea sarcinii, variațiile de tensiune, caracterul mașinilor unelte etc.), atât pentru fiecare receptor inductiv în parte, cât și pentru întreaga instalație electrică a unei întreprinderi sau a unui sistem energetic.

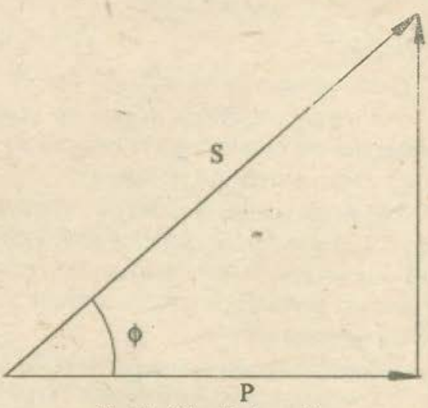


Fig. 31 - Triunghiul puterilor

Se deosebesc:

a) Factorul de putere instantaneu, măsurat cu cosfimetrul sau determinat pe baza citirilor simultane ale puterii, intensității și tensiunii, după formula:

$$\cos\varphi=\frac{P}{\sqrt{3}U\cdot I}$$ (considerând o instalație trifazică).

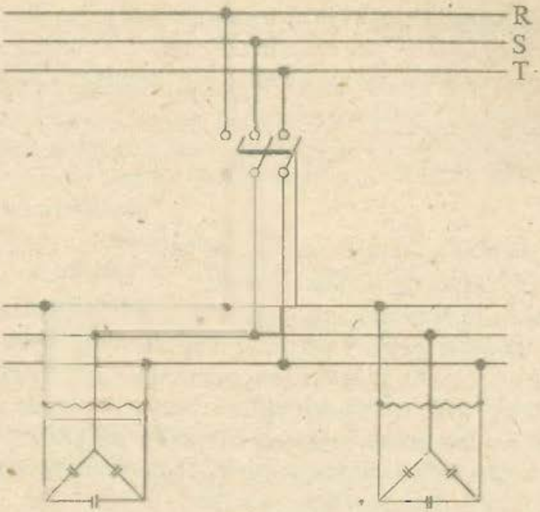


Fig. 34 - Schema de montare a condensatoarelor

De notat că factorul de putere instantaneu și cel mediu servesc mai mult ca orientare.

b) Factorul de putere mediu, determinat pentru un anumit interval de timp (oră, zi, lună, an) pe baza citirilor contoarelor de energie activă și reactivă, se calculează cu formula:

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_r}{W_a}\right)^2}}$$

în care:

W_r este energia reactivă consumată pe intervalul de timp considerat;

W_a - energie activă pe același interval.

Factorul de putere mediu este cel care, în mod uzual, se determină în instalații și care se ia în considerare în mod obișnuit. El este de două feluri, și anume: natural și general.

Natural, când se determină factorul de putere mediu la o întreprindere care nu are instalații de compensare a puterii reactive sau, dacă le are, aceste instalații se deconectează în timpul măsurătorii.

General, când se consideră în calcul eventualele instalații de compensare pe care le are intreprinderea și, în acest caz, este valabilă tot formula indicată la punctul b.

Un caz special îl putem avea pentru întreprinderile prevăzute cu instalații de compensare a puterii reactive care nu se pot deconecta la efectuarea măsurărilor. În acest caz factorul de putere natural mediu se determină cu formula:

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{W_r+W_{re}}{W_a}\right)^2}},$$

în care:

W_r este energia reactivă înregistrată la contoar;

W_a - energia activă înregistrată la contoar;

W_{re} - energia reactivă produsă de instalațiile de compensare în intervalul de timp considerat (consum intern + cel cedat eventual și rețelei de alimentare).

Factorul de putere poate fi determinat pentru întreaga instalație electrică a unei întreprinderi, grup de receptoare etc., sau numai pentru un receptor.

Exemplu: Să se determine valoarea factorului de putere mediu dintr-o instalație electrică în care s-a consumat într-o anumită perioadă de timp:

W_a = 326.000 kWh (energie electrică activă).

W_r = 118.000 kvarh.

Rezolvare:

$$\cos\varphi\,mediu = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{W_r}{W_a}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{118000}{326000}\right)^2}} = 0{,}94$$

Determinarea factorului de putere cu ajutorul unor diagrame

Valoarea factorului de putere ($\cos\varphi$) se mai poate determina practic și cu ajutorul a diferite diagrame - concepute uneori destul de igenios - care conțin elementele de calcul necesare.

În cele ce urmează vom arăta - cu titlu informativ - două din aceste diagrame.

Diagrama de determinare a factorului de putere (instantaneu)

Pe ordonata diagramei este figurată puterea activă *P*, iar pe abscisă, puterea reactivă *Q*. Razele cercurilor cu centrul în originea axelor reprezintă valorile puterilor aparante *S*.

Unghiurile făcute de dreptele ce pleacă din originea axelor (O) cu axa *P* sunt unghiurile φ ; în diagramă sunt trasate o serie de drepte corespunzătoare unor unghiuri φ, pentru cos φ cuprins între 0,7 - 0,95.

Dacă se cunosc două elemente din cele patru, *P*, *Q*, *S* și cos φ, celelalte două elemente se citesc direct din diagramă.

De exemplu:

- dacă sunt cunoscute *P* și *Q*, se pot detrmina direct *S* și cos φ;

- dacă sunt cunoscute S și Q sau S și P, se pot determina direct P și cos φ, respectiv Q și cos φ.

Pentru o folosire ușoară a diagramei, scările pentru P și Q sunt date în unități relative; indiferent de ordinul de mărime al puterilor cunoscute, acestea se pot încadra în limitele diagramei, împărțindu-le la 10, 100, 1000 etc. (după aflarea puterilor necunoscute, acestea se vor înmulți cu aceeași valoare cu care s-au împărțit puterile cunoscute).

Exemplu: Într-o instalație sunt următoarele puteri medii absorbite:

P=800 kW; Q=600 kvar.

Se împart ambele valori cu 100 și rezultă puterile reduse:

P=8; Q=6.

Pentru aceste puteri determinăm pe diagramă: S=10 kVA, pe care înmulțindu-o cu 100 obținem S=1000 kVA (raza cercului care trece prin punctul de intretăiere a celor două paralele la ordonata 8 și abscisa 6). Corespunzător, se citește pe raza care vine din originea axelor și trece prin punctul respectiv cos $\varphi = 0,8$.

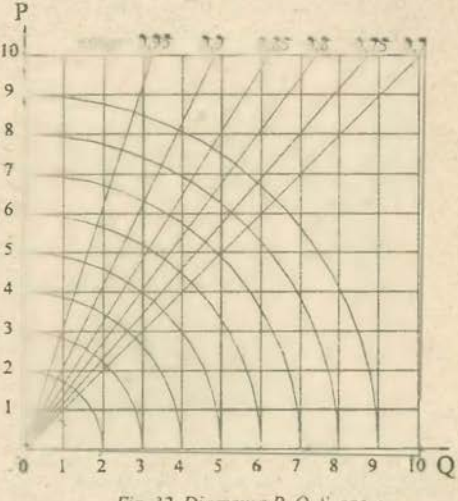


Fig. 32. Diagrama P, Q, S, cos φ

De exemplu, dacă este necesar să se ridice valoarea factorului de putere (cos φ) al instalației de la 0,8 la 0,95, putem determina puterea reactivă ce trebuie instalată în acest scop astfel: din punctul de intretăiere, determinat mai sus, ne deplasăm spre stânga (pe dreapta ce duce la P=8) până intâlnim raza care reprezintă cos φ = 0,95. Din acel punct coborâm pe verticală și citim pe abscisă Q' = 2,6, respectiv Q' = 260 kvar.

Diferența $Q_c = Q - Q'$ = 600-260-340 kvar este puterea reactivă ce trebuie instalată în scopul dorit.

Diagrama de determinare a factorului de putere, cunoscând: P_a : P_r : W_r

Exemple:

Cunoscând puterea activă dintr-o instalație P_a = 58500 kW și puterea reactivă P_r = 61000 kvar, aflăm valoarea factorului de putere (instantaneu) cos φ = 0, 699, în punctul "C", aflat la intretăierea dreptei AB cu diagonala din diagramă, care ne dă valorile cos φ.

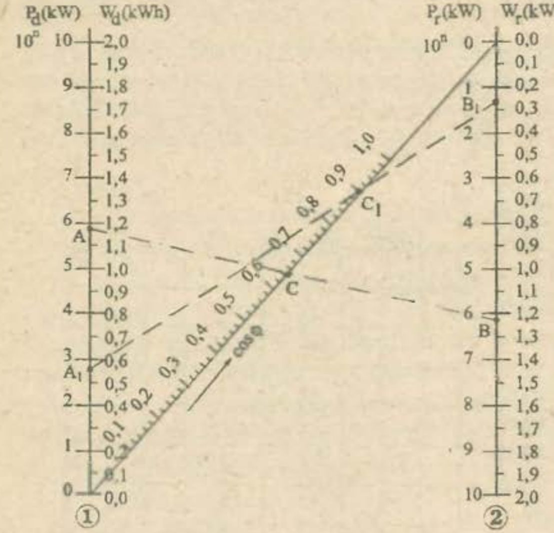


Fig. 33 - Diagrama Pa,Wa,Pr,Wr.

Dreapta AB trasată de noi are punctul "A" corespunzător puterii P_a = 58500 kW, de pe ordonata "1" și punctul "B" corespunzător puterii P_r = 61000 kvar de pe ordonata "2".

Cunoscând energia electrică activă W_a = 565000 kWh și energia electrică reactivă W_r = 320000kvarh, consumate într-un anumit interval de timp, aflăm valoarea factorului de putere (mediu ponderat), cos φ= =0,9 în punctul "C_1", aflat la intretăierea dreptei A_1B_1 cu diagonala din diagramă care ne dă valorile cos φ.

Dreapta A_1B_1 trasată de noi are punctul A_1 corespunzător energiei electrice active W_a =565000 kWh de pe ordonata "1" și punctul B_1 corespunzător energiei electrice reactive W_r = 320000kvarh de pe ordonata "2".

5.10.2. Îmbunătățirea factorului de putere din instalațiile electrice

Îmbunătățirea factorului de putere dintr-o instalație sau, cu alte cuvinte, reducerea energiei reactive consumate și a celei vehiculate prin rețele se obține pe două căi, și anume:

- *pe cale naturală*, luându-se o serie de măsuri de raționalizare privind montarea și funcționarea receptoarelor, fără a se face cheltuieli de investiții;

- *pe cale artificială*, prin montarea de instalații care să producă local energia reactivă necesară (instalații de compensare), însă cu cheltuieli de investiții

Măsuri de îmbunătățire pe cale naturală. Măsurile de îmbunătățire pe cale naturală mai importante sunt următoarele:

Înlocuirea motoarelor asincrone, puțin încărcate, cu motoare de putere mai mică. Transformatoarele și motoarele asincrone sunt principalii și cei mai numeroși

consumatori de energie reactivă. Este știut că motorul asincron absoarbe puteri reactive mari atât la mersul în sarcină, cât și la mersul în gol.

Puterea reactivă absorbită la sarcina nominală variază între 0,35 - 0,70 % din puterea activă nominală, iar la mersul în gol, între 0,30 - 0,55%, în funcție de mărimea și modul de construcție ale electromotorului.

În afară de reducerea consumului de putere reactivă, prin înlocuirea unui motor de putere mare cu altul de putere mai mică se realizează și o reducere a pierderilor de putere activă în motor, deci o economie simțitoare de energie electrică activă consumată.

Reducerea tensiunii de alimentare a motoarelor puțin încărcate. Creșterea tensiunii de alimentare a motoarelor asincrone peste tensiunea lor nominală înrăutățește factorul de putere; deci micșorarea tensiunii de alimentare - pentru cazurile în catre nu pot fi înlocuite motoarele supradimensionate - îmbunătățește valoarea acestui factor.

În mod practic, micșorarea tensiunii de alimentare se poate face prin:

- schimbarea conexiunii statorului din triunghi în stea;
- secționarea înfășurării statorului;
- reducerea tensiunii prin schimbarea ploturilor la transformatoarele ce alimentază motoarele asincrone.

Prin schimbarea conexiunilor din triunghi în stea, tensiunea de alimentare ce revine unei faze scade cu $\sqrt{3}$, iar cuplul de pornire și cel maxim se reduc de trei ori. Această schimbare se face fie definitiv, dacă motorul pornește în gol și apoi se încarcă, fie printr-un comutator stea-triunghi.

Secționarea înfășurării statorului este și ea în funcție de condițiile de pornire și de mers ale motorului.

Reducerea tensiunii transformatoarelor este un procedeu de exploatare normal.

Evitarea mersului în gol al motoarelor. În marea lor majoritate motoarele asincrone funcționează alternativ, în sarcină și în gol. Timpul de mers în gol reprezintă în general 50-65 % din programul de lucru.

Introducerea de limitatoare automate de mers în gol reduce atât consumul de energie activă, cât și pe cel de energie reactivă și mărește, prin aceasta, valoarea factorului de putere mediu al instalațiilor.

Desființarea transmisiilor. În cele mai multe cazuri, desființarea transmisiilor conduce la îmbunătățiri simțitoare ale factorului de putere, prin evitarea timpului de mers în gol al motorului, transmisiei și a mersului său cu sarcină redusă.

Îmbunătățirea calității reparațiilor motoarelor. De calitatea reparațiilor motoarelor asincrone depinde într-o mare măsură păstrarea valorii inițiale a factorului de putere al acestora. În special trebuie să se aibă în vedere să nu se

mărească întrefierul motorului, cunoscând că circa 30 % din puterea reactivă absorbită de motor îi revine întrefierului.

De asemenea, trebuie să se verifice după reparație dacă curentul de mers în gol și-a păstrat valoarea sa nominală, dacă nu s-au schimbat caracteristicile înfășurărilor etc.

Înlocuirea motoarelor asincrone cu motoare sincrone. Procedeul cel mai rațional sau mai simplu din punct de vedere tehnic de îmbunătățire substanțială a factorului de putere pe cale naturală este folosirea pe o scară cât mai largă a motoarelor sincrone ori de câte ori procesele tehnologice permit acest lucru. Astfel, utilizarea lor este foarte indicată în industria cimentului, chimică, în acționarea ventilatoarelor, pompelor, compresoarelor și, în general, acolo unde nu este nevoie de reglarea vitezei mecanismelor acționate. Motoarele sincrone funcționează cu un factor bun de putere și nu sunt sensibile în ceea ce privește cuplul de rotație la variațiile de tensiune.

În instalațiile existente, acolo unde este posibil, este indicat să se înlocuiască motoarele asincrone cu motoare sincrone.

Înlocuirea transformatoarelor puțin încărcate și deconectarea transformatoarelor în timpul mersului lor în gol. În majoritatea întreprinderilor industriale puterea instalată a transformatoarelor de racord sau a transformatoarelor interne din halele de producție depășește cu mult valoarea puterii maxime efectiv absorbite. Drept urmare, circa 25-30 % din puterea reactivă consumată se datorește acestei situații. Pentru evitarea acestei situații este indicat să se înlocuiască transformatoarele supradimensionate, îndeosebi cele cu rezervă de peste 30 %, și să se deconecteze transformatoarele în timpul funcționării lor în gol.

Măsuri de îmbunătățire pe cale artificială. Dacă procedeele de îmbunătățire pe cale naturală a factorului de putere nu conduc la un rezultat satisfăcător, ținându-se seama că în prezent valoarea factorului de putere mediu din instalațiile de forță ale marilor consumatori trebuie ridicată la cel puțin $\cos \varphi = 0{,}92$, îmbunătățirea în continuare a factorului de putere se realizează prin procedee denumite de compensare artificială a sarcinii reactive.Atragem atenția asupra exprimării greșite "compensarea factorului de putere", lipsită de sens, deoarece se compensează puterea reactivă și nu factorul de putere.

De fapt, compensarea artificială înseamnă producerea de putere reactivă (și deci energie reactivă) la consumator. Acest lucru se realizează prin mai multe dispozitive, așa cum se va arăta în cele ce urmează.

Două dintre acestea, și anume: condensatoarele statice și compensatoarele sincrone sunt cele mai folosite.

Condensatoarele statice se folosesc, în general, pentru producerea de puteri reactive relativ mici, iar compensatoarele sincrone pentru producerea de puteri

reactive mari. Compensatoarele sincrone nu se întrebuințează pentru producerea de puteri reactive mici, deoarece, având piese mari în mișcare, consumă pentru funcționare puteri active destul de mari. Astfel, sub o anumită putere ele devin neeconomice, deoarece consumul lor propriu de energie activă îl întrece pe cel câștigat prin reducerea pierderilor din instalație ca urmare a îmbunătățirii factorului de putere pe care ele o realizează.

Pentru inteprinderi mici este indicat să se monteze baterii de condensatoare statice, care au consum propriu de energie electrică mic.

Îmbunătățirea pe cale artificială a factorului de putere se obține cu ajutorul utilajelor menționate în continuare.

Compensatorul sincron. Compensatorul sincron este un motor sincron de tip ușor, care se utilizează exclusiv pentru îmbunătățirea factorului de putere, fără sarcină la arbore.

Cum s-a arătat mai sus, compensatoarele sincrone se construiesc în general pentru puteri mari (peste 5000 kvar) și se folosesc obișnuit pentru îmbunătățirea factorului de putere în rețelele electrice de distribuție, mai rar la întreprinderile industriale. În întreprinderile industriale se instalează numai acolo unde există un factor de putere foarte scăzut și unde puterea instalată este foarte mare. Avantajul deosebit al instalării lor este acela că pot fi ușor reglate (prin variația excitației) la necesitățile de moment ale instalațiilor privind îmbunătățirea factorului de putere al acestora.

Un alt avantaj este acela că sunt mai stabile față de curenții de scurtcircuit și măresc stabilitatea de funcționare în paralel a centralelor.

Printre dezavantaje putem enumera existența părților rotative și necesitatea unei întrețineri mai atente, pierderi specifice de putere activă mari, precum și zgomotul ce-l fac în timpul funcționării.

Compensatorul sincron, în afară de îmbunătățirea factorului de putere, poate servi și ca regulator al tensiunii unei rețele electrice, prin variația excitației sale.

Într-adevăr, compensatorul sincron absoarbe din rețelele la care este conectat, în afară de energia activă care îi este necesară pentru acoperirea pierderilor proprii, și energia reactivă, dacă el este subexcitat. Mărindu-i treptat excitația, energia reactivă absorbită de el scade până la zero, după care, dacă se continuă creșterea excitației, el începe să debiteze energie reactivă în rețea, îmbunătățind factorul de putere al acesteia, deci acesată proprietate a compensatrorului se poate utiliza pentru a face reglajul tensiunii la extremitatea (sosirea) unei linii lungi. Atunci când linia funcționează în gol și tensiunea primită este prea mare, prin subexcitația compensatorului el va absorbi din linie un curent defazat în urmă (energie reactivă-inductivă), ceea ce va avea drept consecință pierderi mari în linie și deci scăderea tensiunii. Când linia funcționează în plină sarcină și tensiunea primită la capătul ei este mică, prin supraexciiarea compensatorului el

va absorbi din linie un curent decalat înainte (energie reactivă capacitivă) sau, practic spus, va livra în linie energie reactivă, ceea ce va avea ca efect reducerea pierderilor în linie și deci ridicarea tensiunii la capătul ei.

Motorul sincron funcționând în sarcină. Motorul sincron poate să producă energie mecanică utilă și să debiteze în instalație energie reactivă (mai corect, să absoarbă energie dewattată, capacitivă, producând decalarea înainte a curentului față de tensiune).

Motorul sincron obișnuit, care, la o funcționare cu cos $\varphi = 1$, atinge puterea sa nominală nu mai poate fi folosit și pentru producerea unui plus de putere reactivă. Pentru o asemenea funcțiune el trebuie construit în mod special, devenind, bineînțeles, mai scump. Deci, posibilitatea unui motor sincron de a îmbunătăți factorul de putere depinde de încărcarea acestuia cu putere activă; ea este cu atât mai mare cu cât sarcina lui activă este mai mică și invers.

Motorul asincron sincronizat. Pentru a mări cuplul de demaraj al motoarelor sincrone au fost construite motoarele asincrone sincronizate. Acestea pot să debiteze energie reactivă, ca și motoarele sincrone.

După cum se știe, motorul asincron sincronizat pornește ca motor asincron și, după ce primește în înfășurarea trifazată a rotorului său un curent continuu, produs de o excitatrice separată, capătă viteza sincronă. Avantajul folosirii unui asemenea motor constă în faptul că, pe măsură ce se descarcă de sarcina activă (sarcina mecanică), se încarcă singur (automat) cu sarcina reactivă, debitând în instalație energie reactivă, îmbunătățind deci factorul de putere al instalației.

Motorul asincron cu excitație proprie produsă prin curent trifazat (compensator de fază). Pentru îmbunătățirea factorului de putere al motoarelor asincrone - în special al celor de puteri mari - se adaptează (obișnuit pe rotorul lor) un dispozitiv simplu, numit compensator de fază, compus dintr-un rotor (indus) de mașină de curent continuu, care primește curent de la trei inele colectoare ale motorului asincron, la trei perii echidistante ale colectorului compensatorului. Circuitul rotorului asincron se încheie deci prin bobinajul compensatorului de fază.

Influența compensatorului de fază în ridicarea valorii factorului de putere (cos φ) al motorului asincron la care este adaptat se resimte numai pentru sarcini mai mari de 50 % ale motorului. Compensatoarele de fază care pot ridica valoarea cos φ a motoarelor asincrone până la cos $\varphi = 1$ sunt indicate a fi folosite în cazul motoarelor care funcționează cu sarcini peste 50 % din puterea lor nominală.

Prin ridicarea valorii factorului de putere al fiecărui motor în parte (adaptându-li-se compensatoarele de fază adecvate) se îmbunătățește valoarea factorului de putere mediu pe ansamblul instalației.

Condensatoarele statice. În ultima vreme, utilizarea bateriilor de condensatoare de putere (sau condensatoare statice) pentru îmbunătățirea factorului de putere a luat o dezvoltare deosebit de mare, datorită calității lor.

Condensatoarele se construiesc pentru diverse puteri exprimate în kvar. Cele până la puterea de 25 kvar se consideră de mică putere, cele de 26-250 kvar de putere medie, iar cele de peste 250 kvar de mare putere.

Condensatoarele nu se montează în instalații individuale, ci sub formă de baterie de condensatoare. Bateriile se clasifică și ele în baterii de mică, de medie și mare putere, după cum au până la 500 kvar, 501-1000 kvar sau mai mult.

Printre avantajele ce le prezintă instalarea de baterii de condensatoare statice enumerăm:

- pierderi specifice mici și constante (circa 2-5 W/kvar); 0,18- 1,45 din puterea condensatoarelor;

- posibilitatea divizării și descentralizării bateriilor de condensatoare, precum și a măririi treptate a puterii lor, după necesități;

- lipsa părților mobile, greutate relativ mică, ușurința montării și deplasării dintr-un loc în altul, spațiu de montare restrâns etc;

- ușurință în exploatare.

Ca neajunsuri enumerăm:

- reglarea numai în trepte și nu în mod continuu a puterii bateriilor cu dispozitiv de reglare relativ complicat;

- creșterea puterii condensatoarelor odată cu creșterea tensiunii rețelei;

- bateriile de condensatoare nu concură la mărirea stabilității de funcționare în paralel a centralelor, așa cum concură compensatoarele sincrone.

Condensatoarele statice se fabrică pentru tensiuni diferite (de joasă și de înaltă) și ele se montează fie centralizat pentru întreaga instalație pe care o deservesc, fie în diferite puncte ale instalației, sau direct la receptoarele inductive (motoare îndeosebi).

Cea mai recomandabilă montare este cea moderat descentralizată; o descentralizare mai pronunțată în montarea lor conduce la cheltuieli suplimentare pentru amenajarea de celule separate și pentru dispozitive de deconectare a bateriilor. Sunt însă și situații când pentru o mai bună exploatare a bateriilor trebuie să se renunțe la descentralizarea lor, cum este cazul, de exemplu, la minele de cărbune.

În cazul montării condensatoarelor chiar la receptoarele inductive prin întrerupătoare comune, avantajele sunt categorice dar numai când acestea funcționează într-un regim de durată.

La utilizarea bateriilor de 380 sau 500 V trebuie analizat, de asemenea, dacă o montare centralizată - pe partea de joasă tensiune a transformatorului - este mai economică decât o montare descentralizată sau direct la motoarele asincrone.

Ca orientare, arătăm că montarea descentralizată a bateriilor de condensatoare este mai potrivită în cazul unei scheme radiale a instalației, la punctele de distribuție din ateliere, iar în cazul unei scheme cu linie principală de alimentare, la mijlocul acestei linii, însă și în aceste cazuri se măresc cheltuielile cu aparatajul de deconectare și descărcarea bateriilor.

Alegerea compensării puterii reactive prin baterii de condensatoare de înaltă sau de joasă tensiune cere o analiză a situației și este în funcție de condițiile locale și de necesitățile funcționării rețelei sistemului energetic sau instalației consumatorului respectiv, după caz.

Menționăm că la bateriile de condensatoare de înaltă tensiune protecția lor individuală împotriva curenților de scurtcircuit este relativ scumpă, fiind necesară și o continuă supraveghere a siguranțelor, ceea ce nu este necesar în cazul bateriilor de joasă tensiune. Bateriile de joasă tensiune sunt, în general, mai greu de procurat.

Bateriile de condensatoare se conectează obișnuit la instalația pe care o deservesc fie printr-un întrerupător separat, fie printr-un întrerupător comun cu al consumatorului (receptorului), respectiv de energie reactivă (transformator, motor etc).

Marea majoritate a condensatoarelor se execută trifazat. Instalațiile monofazate se întrebuințează rar, în special la transformatoarele de sudură sau la cuptoarele electrice.

Pentru a putea regla puterea bateriilor mijlocii și mari în timpul exploatării sau pentru a putea face revizia lor, ele se împart pe secții, având fiecare separatorul sau întrerupătorul ei.

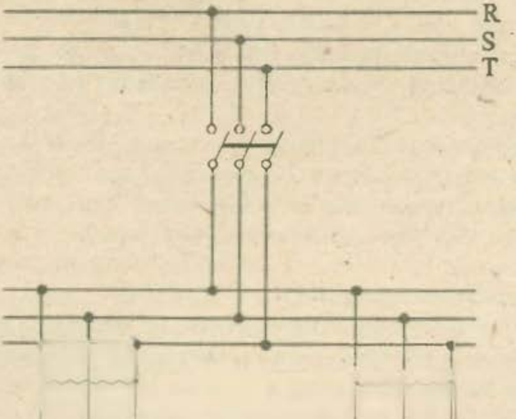


Fig. 34 - Schema de montare a condensatoarelor

Deoarece la deconectarea unui condensator el rămâne încărcat cu o sarcină electrică tensiunea la bornele lui fiind egală cu tensiunea instalației în momentul întreruperii, este necesar să se grăbească descărcarea lui, care, normal, durează câteva ore (autodescărcare). Această descărcare este necesară atât în scopul de a se evita accidentele prin electrocutare, cât și pentru a nu se reconecta la instalație condensatoare încărcate. Descărcarea se face întrebuințându-se reactanțe inductive sau rezistențe active de descărcare, montate în paralel cu condensatoarele.

În figura 34 se indică o montare de condensatoare comune pentru bare.

În cazul când condensatoarele sunt montate în paralel cu înfășurările motoarelor sau transformatoarelor, aceste înfășurări servesc și ca rezistențe de descărcare.

Menționăm că temperatura condensatoarelor nu trebuie să depășească 60 °C, mediul înconjurător având temperatura maximă de 35 °C. În caz contrar, se reduce simțitor viața condensatoarelor respective. Urmare a faptului că temperatura condensatoarelor crește pe măsură ce se străpung secțiunile sale, controlul regulat al temperaturi condensatoarelor aflate în funcțiune ne dă posibilitatea de a descoperi la timp condensatoarele cu secții străpunse și a le deconecta înainte de a se străpunge secțiunile și a se produce scurtcircuite la bornele lor. Controlul temperaturii se face în mod obișnuit cu ajutorul termocuplelor instalate la fiecare condensator.

Fabricile constructoare nu dau, în general, date referitoare la viața condensatorului, dar ea este apreciată la circa 10 ani.

Pentru înregistrarea energiei reactive produse de baterie se instalează totdeauna în circuitul ei un contoar de energie reactivă.

Determinarea puterii bateriei de condensatoare la un consumator.

Dacă ni se dă factorul de putere mediu ponderat la care trebuie să ajungem într-o instalație ($\cos \varphi_2$), putem determina puterea bateriei de condensatoare necesară în felul următor:

Culegem datele suplimentare ce sunt necesare, și anume: valoarea factorului de putere mediu ponderat actual ($\cos \varphi_1$), precum și cantitatea de energie activă consumată (W) pe intervalul de timp considerat, de exemplu, pe un an.

Determinăm cantitatea de energie reactivă (W_r) care va trebui produsă de bateria de condensatoare în același interval de timp (un an) prin relația:

$W_r = W(\mathrm{tg}\,\varphi_1 - \mathrm{tg}\,\varphi_2)$ kvar h/anual.

Puterea bateriei va fi:

$Q = \frac{W_r}{T}$ kvar,

în care T este durata de utilizare în ore a bateriei pe an.

Calculul de mai sus este valabil pentru cazul în care nu se prevede reglarea puterii bateriei.

După ce am determinat valoarea lui Q, calculăm numărul de condensatoare în funcție de tipul condensatoarelor la care ne-am fixat.

În cazul în care ni se dă factorul de putere mediu ponderat la sarcina maximă activă (P), atunci putem determina puterea bateriei necesare pentru îmbunătățirea $\cos\varphi$ de la $\cos\varphi_1$ la $\cos\varphi_2$ cu relația:

$$Q = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \text{ kvar.}$$

Exemple:

1 . Se cere mărirea factorului de putere al instalației electrice dintr-o întreprindere industrială de la 0,65 la 0,90, la un consum lunar de 250000 kWh, printr-o baterie de condensatoare nereglabilă.

Rezolvare:

$$W_r = W(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = 250.000\,(1{,}168 - 0{,}484) = 171.000 \text{ kvar h / lună.}$$

Considerând $T = 700$ h/lună, vom avea:

$$Q = \frac{W_r}{T} = \frac{171.000}{700} = 245\ kvar$$ (puterea bateriei necesare întreprinderii).

2 . Să se determine puterea unei baterii de condensatoare necesară îmbunătățirii $\cos\varphi$ de la $\cos\varphi_1 = 0{,}86$ la $\cos\varphi_2 = 0{,}96$, într-o instalație de utilizare având o sarcină $P = 40$ kW.

Rezolvare:

$$Q = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2);$$

pentru $\cos\varphi_1 = 0{,}86$ corespunde $\operatorname{tg}\varphi_1 = 0{,}59$, iar pentru $\cos\varphi_2 = 0{,}96$ corespunde $\operatorname{tg}\varphi_2 = 0{,}29$.

Deci $Q = 40\,(0{,}59 - 0{,}29) = 12$ kvar.

Puterea reactivă a condensatoarelor

Puterea reactivă a unui condensator monofazat se poate determina cu relația:

$$Q = \Omega C U^2 10^{-3} \text{ kvar (la 50 hz)}$$

$$C = \frac{\omega Q}{0{,}314 \cdot U^2},$$

în care:

C este capacitatea condensatorului, în μF;

U - tensiunea la bornele condensatorului, în kV;

ω - pulsația ($2\pi f$).

Prin aceeași relație obținem și puterea activă a unui condensator trifazat în stea, având aceeași capacitate C pe fiecare fază, U fiind tensiunea în linie.

În cazul unui condensator trifazat în triunghi puterea sa reactivă este:

$Q = 3\,\omega\, CU^{2}\, 10^{-3}$ kvar.

Din cele de mai sus deducem că puterea condensatorului fiind proporțională cu pătratul tensiunii la bornele lui, variațiile tensiunii dau variații mari ale puterii reactive a condensatoarelor. O scădere, de exemplu, a tensiunii de 10 % produce o scădere de circa 20 % a puterii condensatoarelor și invers.

5.10.3 Echivalentul energetic al puterii reactive

După cum se știe, în transportul de putere electrică aparentă pe linii se produc pierderi de putere (ca și de tensiune), datorită rezistenței active a liniilor.

Determinarea pierderii de putere se obține, în cazul liniilor trifazate, cu ajutorul relației cunoscute:

$\Delta P = 3 \cdot R \cdot I^{2}$, în care R este rezistența activă în Ω a unui conductor, iar I curentul în A.

Această pierdere de putere poate fi considerată ca provenind o parte din transportul puterii active, iar cealaltă parte din transportul puterii reactive.

În cazul când se micșorează consumul de putere reactivă - prin ridicarea valorii naturale a factorului de putere sau prin compensare artificială - se micșorează și pierderea de putere activă ce revenea pentru transportul părții respective de putere reactivă suprimată.

Pierderea de putere activă (ΔP) ce se reduce prin suprimarea unei cantități (Q_c) de putere reactivă este dată de relația:

$$\Delta P = \frac{Q_c\,(2Q - Q_c)\,R \cdot 10^{-3}}{U^{2}} \quad \text{(kW)},$$

în care:

Q este puterea reactivă totală (înainte de compensare);

U - tensiunea între faze.

Dacă împărțim acum valoarea acestei pierderi eliminate prin valoarea puterii reactive suprimată, obținem reducerea relativă a pierderilor de putere activă, care se numește echivalentul energetic al puterii reactive (K_c):

$$K_c = \frac{\Delta I}{Q_c} = K_s \left(2 - \frac{Q_2}{Q}\right) \text{ kW/kvar},$$

în care:

$K_s = \frac{\Delta P_r}{Q}$ este pierderea medie specifică de putere activă pentru transportul întregii cantități de putere reactivă Q;

$\Delta P_r = \frac{Q^2 \cdot R \cdot 10^{-3}}{U^2}$ (kWh)- pierderea totală de putere activă datorită transportului întregii puteri reactive;

$\frac{Q_c}{Q}$ - pierderea relativă a consumului de putere reactivă din rețea.

Cu alte cuvinte, prin echivalentul energetic al puterii reactive se înțelege puterea activă ce se câștigă într-un anumit punct al sistemului prin suprimarea unui kvar în acel punct.

Din analiza formulei de mai sus rezultă că echivalentul energetic nu-și păstrează aceeași valoare pentru orice cantitate de putere reactivă suprimată. Pentru cantități mici de putere reactivă suprimată (până la circa 10 %) el este de două ori mai mare decât pierderea medie specifică de putere activă K_s, devenind din ce în ce mai mic, pe măsură ce suprimăm cantități tot mai mari de putere reactivă, adică pe măsură ce îmbunătățim mai mult factorul de putere (ajungând egal cu pierderea specifică în momentul când am suprimat toată puterea reactivă Q din acel punct).

De asemenea, valoarea echivalentului energetic al puterii reactive crește pe măsură ce ne depărtăm de generatoarele centralei electrice.

Datele în legătură cu valoarea echivalentului energetic trebuie precizate de furnizor și prezentate întreprinderilor industriale, atunci când se stabilesc măsuri de îmbunătățire a factorului de putere pentru acestea.

Dăm mai jos, cu titlul informativ, valorile aproximative ale echivalentului energetic K_s (tabelul7).

ECHIVALENTUL ENERGETIC

Tabelul 7

Tipul de transformator, respectiv motor	La sarcina maximă a sistemului, kW/kvar	La sarcina minimă a sistemului, kW/kvar
Transformatoare ce se alimentează direct de la barele centralei, la tensiunea generatoarelor	0.02	0.02

Tipul de transformator, respectiv motor	La sarcina maximă a sistemului, kW/kvar	La sarcina minimă a sistemului, kW/kvar
Transformatoare de rețea alimentate la tensiunea generatoarelor	0.07	0.04
Transformatoare de rețea coborâtoare de 6-10 kV, alimentate în continuare in aval din linii de 100 kV	0.19	0.12
Motoare alimentate pe joasă tensiune în continuare în aval din linii de 110 kV	0.25	0.15

La calculul economic al instalațiilor de compensare echivalentul energetic al puterii reactive are un rol preponderent.

5.11. VERIFICAREA ȘI CONTROLUL INSTALAȚIILOR ELECTRICE

5.11.1. Verificarea instalațiilor electrice interioare

Verificarea instalațiilor electrice noi se face în două etape, și anume:

- în timpul executării instalațiilor;
- după executarea instalațiilor, înainte de punerea lor în funcțiune.

Prin verificările ce se fac se urmărește ca instalațiile să fie executate corect, astfel încât ele să corespundă STAS-urilor, prescripțiilor și normativelor tehnice referitoare la aceste instalații.

În general, necesitatea verificării în timpul executării instalațiilor se stabilește de către proiectantul instalațiilor, potrivit cu specificul acestora. Printre altele, controlul continuității electrice a conductoarelor cu izolație și manta este obligatoriu când acestea sunt în colaci, precum și după montare, înainte de a fi acoperite cu tencuială. De asemenea, este obligatorie verificarea dimensiunilor și stării tuburilor de protecție înainte de acoperirea acestora (să nu fie strivite, discontinue, necorespunzător introduse în doze etc).

La terminarea executării instalației se verifică în principal și succesiv:

- modul de executare a instalației (dacă el corespunde destinației încăperilor și scopurilor);
- secțiunile conductoarelor și dimensiunile tuburilor montate;
- modul de legare a conductoarelor în doze, la aparate, la tablouri etc.;
- modul de pornire al electromotoarelor și protecția lor;
- alegerea corectă a siguranțelor (calibrate);

- realizarea instalației de protecție contra electrocutării și corecta executare a acesteia;

- rezistența de izolație a instalației;

- rezistența prizei de pământ.

Verificarea finală trebuie să se facă cu deosebit spirit de răspundere pentru a nu se strecura greșeli, abateri sau omisiuni în executarea instalațiilor electrice. Uneori, aspecte, chiar de detaliu, scăpate la verificare, conduc la accidente sau greutăți în exploatarea instalațiilor.

Având în vedere cele de mai sus, enumerăm în continuare câteva operații de detaliu. Astfel, se verifică dacă tablourile de distribuție corespund din punct de vedere calitativ, dacă ele sunt montate (și protejate) potrivit prescripțiilor, dacă bornele de intrare și de ieșire sunt protejate, dacă nu sunt înnădiri în spatele lor sau plecări de circuite neasigurate etc.

Se verifică dacă s-au prevăzut coloane corect dimensionate între contoar și tabloul principal, ca și între acesta și tablourile secundare.

Se verifică dacă s-au montat pe tablourile de distribuție siguranțe (sau întrerupătoare automate) regulamentare pentru circuite, potrivit cu intensitatea de regim a conductoarelor, respectiv a receptoarelor.

Se verifică dacă numărul și secțiunile circuitelor corespund cu cele din proiect.

Se verifică dacă nu s-au făcut înnădiri în tuburi sau intercalări de conductoare de slabă calitate sau de secțiune diferită. De asemenea, se desfac capacele de la doze și se cercetează felul în care s-au făcut legăturile (cu cleme, respectiv prin cositorire). Se verifică dacă s-au lăsat în doze (de derivație și de aparate) și la locurile de lampă capetele de rezervă de lungimea prescrisă.

Se verifică dacă nu sunt montate întrerupătoare sau prize în băi (cu excepția prizelor speciale pentru mașinile de bărbierit) și dacă în bucătării s-au prevăzut prize speciale corespunzătoare (prize cu contact de protecție, în cazul pardoselilor bune conducătoare de electricitate).

La instalațiile elecrice de forță se va verifica dacă electromotoarele s-au ales potrivit cu mediul ambiant în care vor lucra. De asemenea, se verifică dacă sunt prevăzute cu dispozitive corespunzătoare de protecție a înfășurărilor și de pornire (întrerupătoare automate, respectiv comutatoare stea- triunghi sau reostate de pornire).

Se verifică atent dacă elecromotoarele, transformatoarele etc. au carcasele lor metalice legate sigur la instalația de protecție (pământ sau nul) etc.

Măsurarea rezistenței de izolație a instalației se face cu megohmmetrul, la tensiunea la care funcționează instalația, dar cel puțin la 500 de V; măsurarea se face pe rând, atât la conductoarele din coloană (dintre tablouri), cât și la conductoarele din circuite, determinându-se:

a) rezistența de izolație a conductoarelor față de pământ;

b) rezistența de izolație a conductoarelor între ele.

Valoarea rezistenței de izolație nu trebuie să fie mai mică de 500000 Ω.

Înainte de verificare se scot siguranțele de la tablouri și se controlează lipsa tensiunii cu ajutorul indicatorului de tensiune. Pentru măsurarea izolației unui conductor se procedează ca în schema din figura 35, unde fie că se deschid întrerupătoarele (toate lămpile fiind montate), fie că se scot lămpile, întrerupătoarele fiind, în acest caz, închise.

Verificarea se face pentru fiecare conductor în parte (1, respectiv 2).

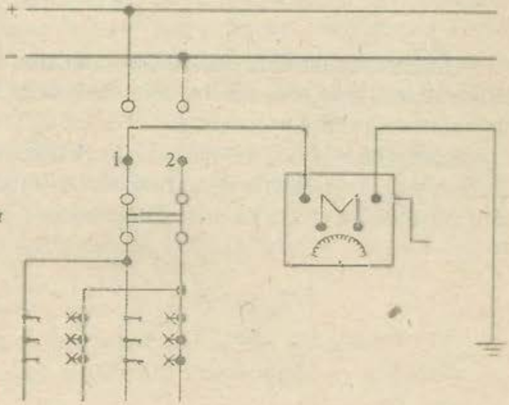


Fig. 35. Măsurarea rezistenței izolației conductoarelor electrice față de pământ

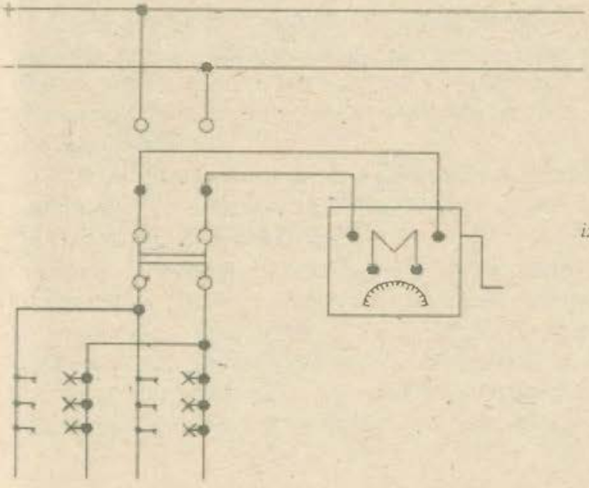


Fig. 36 - Măsurarea rezistenței izolației între conductoare

Pentru măsurarea rezistenței izolației între conductoare se realizează schema din figura36, procedându-se cu întrerupătoarele și lămpile ca în cazul precedent.

După terminarea operațiilor de verificare a rezistenței de izolație, instalația se readuce în starea inițială.

La instalațiile electrice în funcțiune, consumatorii sunt obligați să facă verificări periodice ale stării și modului lor de funcționare, potrivit prevederilor Regulamentului pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice.

5.11.2. Controlul instalațiilor electrice.

Furnizorul efectuează prin sondaj controlul instalațiilor electrice noi înainte de racordarea la rețeaua electrică de alimentare, fără ca prin aceasta să se elimine răspunderea unității executante.

Consumatorul are obligația să verifice periodic, prin personalul de specialitate, instalațiile electrice din dotare. La cererea consumatorului, verificările pot fi efectuate și de către furnizor contra cost.

6. REGLEMENTĂRI PRIVIND RELAȚIILE DINTRE FURNIZOR ȘI CONSUMATORI

6.1. PREVEDERI GENERALE

Raporturile dintre furnizorul de energie electrică (denumit în continuare furnizor) și consumatori, atât în ceea ce privește furnizarea și utilizarea energiei electrice, cât și în ceea ce privește proiectarea, executarea, recepționarea, exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice sunt precizate în Regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice.

Dată fiind importanța acestor reglementări care trebuie bine cunoscute și de electricienii instalatori autorizați, prezentăm în continuare unele din aceste reglementări.

Consumatorii de energie electrică se împart, în funcție de puterea contractată, în:

a) mici consumatori - cu puteri contractate sub 100 kW;

b) mari consumatori - cu puteri contractate de 100 kW sau mai mari.

După natura consumului de energie electrică, consumatorii se împart în:

a) consumatori casnici;

b) consumatori industriali și similari;

c) consumatori terțiari.

Orele de vârf de sarcină ale sistemului energetic național din cursul unei zile calendaristice se stabilesc anual, pe fiecare lună, prin grija RENEL (Regia Autonomă de Electricitate - forul coordonator al furnizorilor de energie electrică), până la data de 30 septembrie și se aduc apoi la cunoștința consumatorilor.

Viitorii consumatori de energie electrică, înainte de a începe proiectarea instalațiilor de utilizare, au obligația de a obține de la furnizorul de energie "AVIZUL DE RACORDARE".

Pentru consumatorii casnici, avizul de racordare se consideră obținut odată cu aprobarea cererii de alimentare cu energie electrică.

Proiectarea, executarea și recepționarea instalațiilor de alimentare și de utilizare a energiei electrice care se racordează la sistemul energetic național (SEN), precum și extinderea sau modificarea acestor instalații se vor efectua cu respectarea întocmai a prescripțiilor, normativelor și reglementărilor în vigoare.

6.2. DELIMITAREA INSTALAȚIILOR

Delimitarea instalațiilor electrice între furnizor și consumatorii de energie electrică, din punct de vedere al proprietății și deci al responsabilității de exploatare și întreținere, se face în raport cu stația de primire: în aval, în amonte sau în cadrul stației de primire.

Instalațiile electrice din amonte de punctul de delimitare aparțin furnizorului, iar cele din aval aparțin consumatorului. În cazul în care delimitarea se face în cadrul stației de primire, delimitarea instalației se face prin convenție scrisă între cele două părți. Noțiunile de amonte și aval corespund sensului de parcurgere al energiei elecrice, al instalației, dinspre furnizor către consumator.

Prin stație de primire se înțelege prima stație situată pe amplasamentul sau în vecinătatea unui consumator, care poate fi stație electrică de transformare sau de conexiune, post de transformare sau tablou de distribuție și care îndeplinește simultan următoarele condiții:

a) se află pe traseul rețelelor electrice de legătură dintre furnizor și consumator;

b) prin intermediul acesteia se realizează nemijlocit alimentarea cu energie electrică a consumatorului;

c) tensiunea primară sau secundară a stației este egală cu cea mai mare tensiune din instalația de utilizare a consumatorului.

Stația de racord adânc, care alimentează un singur consumator, se consideră stație de primire.

Delimitarea în amonte de stația de primire se stabilește în situația în care aceasta deservește în exclusivitate un singur consumator.

Delimitarea în aval de stația de primire se stabilește în situația în care din această stație se alimentează doi sau mai mulți consumatori și când stația de primire nu este o stație de conexiune.

Delimitarea în cadrul stației de primire se stabilește în cazul în care din stația respectivă se alimentează cu energie electrică doi sau mai mulți consumatori și când la tensiunea primară sau secundară a stației sunt racordate direct utilaje tehnologice ale consumatorilor sau, prin transformatoare bloc, sunt conectate instalații producătoare aparținând consumatorilor, deci atunci când stația de primire este o stație de conexiuni.

În toate cele trei cazuri menționate, punctul de delimitare se stabilește la un element fizic la care se poate realiza în mod efectiv separația instalațiilor care aparțin furnizorului de cele ale consumatorului (cleme, borne, izolatoare de trecere, cutii terminale etc).

Delimitarea instalațiilor se precizează în mod concret prin contractul de furnizare a energiei electrice.

Pentru instalațiile electrice noi delimitarea se face încă din faza de proiectare și se concretizează prin avizul de racordare.

6.3. CONTRACTAREA ENERGIEI ELECTRICE

Furnizarea energiei electrice se face numai pe baza de contract încheiat de furnizor cu consumatorul. Consumul de energie electrică fără contract este considerat consum fraudulos, constituie contravenție sau infracțiune, după caz, și se pedepsește conform legilor în vigoare.

Contractul reglementează raporturile dintre furnizor și consumator cu privire la furnizarea, facturarea, plata și condițiile de utilizare a energiei electrice.

Avizul de racordare stă la baza contractului și constituie parte integrantă a acestuia.

Contractul de furnizare a energiei electrice se încheie pentru fiecare loc de consum, pe o durată de timp convenită între părți.

Prin loc de consum se înțelege amplasamentul instalațiilor de utilizare ale unui consumator, inclusiv ale subconsumatorilor săi, prin care se consumă energia electrică furnizată prin una sau mai multe instalații de alimentare.

Prin consumator se înțelege persoana, fizică sau juridică, ale cărei instalații electrice sunt racordate la instalațiile electrice ale unui furnizor.

Cantitățile de energie electrică ce se contractează cu toți consumatorii, în afară de consumatorii casnici, se stabilesc ținând seama de necesarul solicitat de consumatori și de posibilitățile de asigurare de către furnizor.

Prevederile din contract pot fi detaliate și completate prin acte adiționale.

În afară de cantitățile de energie electrică, în contractul de furnizare se va preciza și puterea contractată de agenții economici, care reprezintă cea mai mare putere medie (orară sau pe 15 minute, după cum este consemnată prin contract) pe care consumatorul are dreptul să o absoarbă în perioada de consum.

La marii consumatori industriali se vor stabili prin contract, în mod obligatoriu, și următoarele:

- puterea ce poate fi redusă în situații de deficit de putere și (sau) energie, până la puterea minimă tehnologică;

- condițiile de corelare a mărimilor de reglaj ale instalațiilor de protecție și de automatizare ale consumatorului cu cele din instalațiile furnizorului;

- încadrarea efectelor perturbatoare determinate de funcționarea receptoarelor consumatorului în limitele prevăzute de prescripțiile RENEL;

- nivelul de siguranță în alimentarea cu energie electrică a consumatorului în funcție de sarcina maximă de durată și de condițiile de continuitate cerute de consumator, în limitele prescripțiilor RENEL;

- sursele de compensare a energiei electrice reactive cu dispozitivele de reglaj.

6.4. REALIZAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE DE ALIMENTARE ȘI DE UTILIZARE

Instalațiile de alimentare cu energie electrică a consumatorilor (branșamente și racorduri) se proiectează și se execută prin unități specializate, atestate de RENEL, cu personal autorizat.

Pentru realizarea racordurilor și branșamentelor electrice, viitorii consumatori vor pune la dispoziția furnizorului avizul de racordare, inclusiv acordurile definitive ale deținătorilor de teren sau de alte proprietăți de pe traseul acestora, și vor achita taxa de racordare.

Orice modificare a instalației de alimentare solicitată de consumator va fi plătită integral de acesta.

În vederea racordării și punerii în funcțiune a instalațiilor executate, viitorul consumator are obligația de a depune la furnizor o documentație, întocmită de executant, în conformitate cu instrucțiunile în vigoare.

Punerea sub tensiune a instalației consumatorului se va efectua, după încheierea contractului de furnizare a energiei electrice, numai de către furnizor, în prezența beneficiarului și a executantului. Executantul va prezenta în scris atestarea că s-au efectuat în prealabil toate verificările tehnice necesare și că instalația corespunde normelor, normativelor și prescripțiilor în vigoare.

La cererea beneficiarului, furnizorul poate efectua, contra-plată, verificări, încercări și probe ale instalațiilor de utilizare.

Se admite racordarea provizorie a instalației unui beneficiar la instalațiile furnizorului pe o durată determinată de timp, care însă nu poate depăși 90 de zile. Racordurile provovzorii vor fi executate astfel încât să nu poată da naștere la accidente de circulație, electrocutări, să nu incomodeze căile de acces și să nu constituie sursa altor pericole.

Se interzic executarea de construcții, depozitarea de materiale și executarea altor lucrări, subterane sau terestre, pe traseele instalațiilor de alimentare aparținând furnizorului, la distanțe mai mici decât prevăd prescripțiile în vigoare, fără aprobarea prealabilă a acestuia, indiferent de proprietarul terenului pe care este amplasată instalația de alimentare.

Distrugerea, avarierea sau degradarea prin intervenții necontrolate sau intenționate a instalațiilor de alimentare, proprietatea furnizorului, este considerată, după caz, contravenție sau infracțiune.

6.5. CONDIȚII TEHNICE ȘI ORGANIZATORICE PRIVIND FURNIZAREA ENERGIEI ELECTRICE

Potrivit clauzelor contractuale, furnizorul are obligația de a livra energia electrică la parametrii (frecvență și tensiune) normali de funcționare a SEN. Fac excepție situațiile în care aceste condiții nu se realizează din vina consumatorilor sau a unor factori independenți de furnizor.

Continuitatea în livrarea energiei electrice către un mare consumator va fi asigurată de furnizor în limitele nivelului de siguranță înscris în contract.

Limitele maxime de variație ale parametrilor frecvență și tensiune, pe care furnizorul este obligat să le asigure față de paramatrii nominali, sunt următoarele:

- la frecvența de 50 Hz cu variații de ±0.5 Hz:
- la tensiune variațiile față de valorile nominale sunt cele prevăzute în standardele în vigoare.

Pentru energia electrică livrată unui mare consumator timp de mai mult de 30 de minute consecutiv, cu o tensiune sau o frecvență în afara limitelor precizate anterior, la cererea scrisă și dovedită a consumatorului, furnizorul va acorda o reducere tarifară de 12,5 %, iar în cazul în care furnizarea energiei electrice se face cu nerespectarea concomitentă a limitelor de tensiune și frecvență, reducerea va fi de 25 %.

Reducerile tarfare menționate se acordă numai in situația în care în perioada de consum respectivă consumatorul s-a încadrat permanent în puterile și cantitățile de energie electrică prevăzute în contract și dacă consumatorul realizează factorul de putere mediu lunar de cel puțin 0,92, sau cel optim rezultat din calcule tehnico-economice.

Furnizorul nu răspunde față de consumator pentru întreruperile cauzate de acesta sau de un terț și nici pentru întreruperea furnizării sau a calității energiei electrice livrate în cazul unor calamități sau al unor fenomene ale naturii care au avut urmări deosebite, care depășesc prescripțiile de proiectare.

Furnizorul are obligația să ia măsuri neîntârziate pentru remedierea defectelor și deranjamentelor din instalațiile de distribuție și de alimentare ale consumatorilor.

În cazurile în care se constată că defecțiunile localizate în instalațiile de utilizare sau în instalațiile furnizorului sunt din culpa consumatorului, acesta va suporta atât costul remedierii cât și cheltuielile de deplasare ale personalului de intervenție al furnizorului.

Consumatorii care au echipamente sau instalații la care întreruperea alimentării cu energie electrică sau alimentarea cu energie electrică la parametrii necorespunzători nivelului de siguranță înscris în contract poate conduce la

explozii, incendii, distrugeri de utilaje sau accidente umane au obligația să-și asigure surse proprii de alimentare cu energie electrică a acestor instalații.

Furnizorul are următoarele drepturi:

a) de a controla la consumatori încadrarea în prevederile contractului;

b) de a sesiza organelor judiciare cazurile de consum fraudulos de energie electrică sau de distrugeri, degradări și sustrageri de elemente din instalațiile electrice proprii, în scopul recuperării pagubelor.

Consumatorii au următoarele obligații:

a) să respecte întocmai clauzele contractuale și, în mod special, să se încadreze permanent în puterile și cantitățile de energie electrică contractate;

b) să exploateze și să întrețină instalațiile electrice proprii în conformitate cu prescripțiile și normativele în vigoare;

c) să realizeze un factor de putere mediu lunar de minim 0,92, respectiv cel optim rezultat din calculele tehnico-economice;

d) să păstreze permanent în bună stare instalațiile și utilajele aparținând furnizorului care se află în incinta consumatorului;

e) să nu instaleze și să nu pună în funcțiune receptoare electrice neomologate, din țară sau din import, fără acordul furnizorului;

f) să respecte dispozițiile dispecerului energetic al furnizorului;

g) să nu modifice categoria de receptoare prevăzute în avizul de racordare decât cu acordul scris al furnizorului;

h) să nu modifice valorile parametrilor de protecție și reglaj stabilite de comun acord cu furnizorul;

i) să mențină în bună stare de funcționare dispozitivele de reglaj automat al bateriilor de condensatoare din dotare;

j) să permită accesul delegatului furnizorului la punctul de măsură pentru a verifica respectarea prevederilor contactuale și împiedicarea unor consumuri frauduloase;

k) să permită accesul echipei de intervenție a furnizorului pentru lucrări de remedieri și reparații sau pentru remedierea unor deranjamente sau avarii din instalațiile electrice ale furnizorului, cu respectarea condițiilor tehnice specifice zonei;

l) să întocmească și să pună la dispoziția furnizorului la cerere curbele de consum zilnice pe perioada solicitată, iar consumatorii cu centrale electrice proprii să comunice datele privind funcționarea acestora;

m) să ia măsuri pentru încadrararea în limitele prevăzute de prescripții a efectelor perturbatoare determinate de funcționarea receptoarelor sale, iar până la luarea măsurilor necesare să plătească daunele consumatorilor afectați și, respectiv, pierderile suplimentare de energie electrică produse în instalația furnizorului.

Consumatorii au dreptul să solicite furnizorului să ia măsuri corespunzătoare în următoarele cazuri:

a) apariția deranjamentelor în instalațiile de alimentare;

b) funcționarea necorespunzătoare a echipamentului de măsurare a energiei electrice;

c) depășirea limitelor de variație admisibile ale parametrilor de calitate la care se livrează energia electrică;

d) reducerea tarifelor în condițiile furnizării energiei electrice în afara parametrilor de calitate;

e) în situații justificate tehnic pentru reconsiderarea mărimilor de reglaj ale protecțiilor;

f) accesul pentru delegatul său la echipamentele de măsurare, când acestea sunt montate în instalația furnizorului;

g) plata energiei electrice neconsumate ca urmare a limitărilor impuse de furnizor și a întreruperilor cauzate de acesta.

Executantul unor instalații de alimentare noi sau al unor lucrări de reparare și de modificare a unor instalații existente este obligat să readucă în starea inițială terenul și alte elemente de construcție și instalații electrice afectate de lucrările pe care le-a executat.

În cazul în care este necesar ca pe terenul pe care este amplasată instalația de alimentare să se execute o construcție, beneficiarul acesteia va suporta toate cheltuielile de modificare și va obține acordurile definitive ale deținătorilor de teren sau ale altor proprietari de pe traseul pe unde urmează să fie amplasată noua instalație.

La instalațiile de alimentare, proprietatea furnizorului, situate în incinta consumatorului, lucrările de reparații și durata acestora se stabilesc de furnizor cu acordul consumatorului.

Consumatorii sunt obligați să asigure accesul liber la instalațiile aparținând furnizorului și să nu permită pe trasuel liniilor electrice aeriene și de cabluri ridicarea de construcții, depozitarea diferitelor materiale, precum și executarea pe aceste locuri de lucrări subterane cu scoaterea pavajului, fără a avea, în prealabil, autorizarea furnizorului.

6.6. ÎNTRERUPERI ȘI LIMITĂRI ÎN FURNIZAREA ENERGIEI ELECTRICE

Furnizorul va întrerupe alimentarea cu energia electrică în următoarele cazuri:

- consum de energie electrică fără contract, sau cu contract de furnizare a energiei electrice pe numele altei persoane fizice sau juridice;

- consum fraudulos de energie electrică;

- neachitarea facturii, notei de plată sau anticipației la termenele stabilite, precum și neplata daunelor rezultate din distrugerea sau avarierea unor instalații ale furnizorului;

- împiedicarea furnizorului să monteze, să verifice, să înlocuiască sau să citească aparatele de măsurare a energiei electrice furnizate, precum și pentru remedierea defecțiunilor la instalațiile furnizorului, când acestea se află pe teritoriul consumatorului;

- consumatorul nu aplică reducerea puterii absorbite, stipulată prin contract, la cererea furnizorului sau a dispecerului energetic în regim de restricție;

- consumatorul a depășit puterea contractată la orele de vârf de sarcină și (sau) în afara acestora, iar la cererea repetată a furnizorului nu a luat măsuri de încadrare;

- consumatorul a depășit consumul de energie electrică contractat și nu a luat măsuri pentru reducerea acestuia până la încadrarea în cantitățile contractate.

- consumatorul nu participă la întocmirea programului pentru întreruperi în scopul executării reviziilor tehnice ale instalațiilor de alimentare sau nu respectă programul convenit în acest scop;

- consumatorul modifică reglajele instalațiilor de protecție stabilite cu furnizorul;

- pentru a lua măsurile imediate de prevenire sau lichidare a avariilor din instalațiile sale, cu anunțarea în prealabil a consumatorilor, în afara cazurilor când urgența nu permite;

- consumatorul nu a luat la termenele convenite măsurile de limitare a perturbațiilor până la valorile normate.

În regim de restricții, când este deficit de putere și (sau) de energie în SEN, furnizorul aplică la consumatori tranșele de reducere a puterii și (sau) ale consumului de energie electrică, precizate prin contract.

Tranșa de reducere care trebuie aplicată, ca și durata de aplicare se aduc la cunoștința consumatorilor în cauză cu 24 ore înainte de aplicare, ori de câte ori este posibil aceasta.

În situații speciale,pentru menținerea în funcțiune a SEN, furnizorul are dreptul să aplice limitări și chiar întreruperi și la alți consumatori decât cei la care este precizat prin contract un regim de restricții.

6.7. ECHIPAMENTE DE MĂSURARE

Echipamentele de măsurare care se folosesc pentru decontarea între părțile contractante trebuie să fie omologate. Ele se montează numai de furnizor și se procură, de regulă, de către acesta.

Echipamentele de măsurare vor fi verificate periodic sau ori de câte ori este necesar și înlocuite în caz de uzură sau de avariere de furnizor, pe cheltuiala sa.

În cazul în care deteriorarea echipamentelor de măsurare se produce din vina consumatorului, acesta va suporta costul echipamentului deteriorat, precum și al lucrărilor de demontare, verificare și remontare.

Echipamentele de măsurare se montează și se sigilează de furnizor în prezența delegatului împuternicit al consumatorului, cu consemnarea acestei operații într-un proces verbal. Ruperea sau violarea sigiliilor aplicate echipamentelor de măsurare, precum și afectarea integrității lor în orice mod, când acestea se află în incinta consumatorului, constituie contravenție sau infracțiune - după caz - și se pedepsește în conformitate cu prevederile legale în vigoare.

Furnizorul are obligația ca la cererea consumatorului să înlocuiască în termen de cel mult 10 zile echipamentul de măsurare reclamat ca fiind defect sau suspect de înregistrări eronate. Echipamentul de măsurare demontat se verifică de un laborator metrologic autorizat, care stabilește eroarea de înregistrare cu care se va recalcula consumul pe perioada nefuncționării corecte a acestuia.

Se interzice conectarea la rețelele furnizorului a instalației de utilizare a unui consumator care nu este prevăzută cu echipament de măsurare.

6.8. TARIFAREA ENERGIEI ELECTRICE

Prin tarif, în general, se înțelege sistemul de plată a unor produse sau servicii. În cazul energiei electrice, este sistemul de plată a acestui produs.

Tariful pentru energia electrică acoperă costurile de producție, transport și distribuție a energiei electrice, cota pentru crearea surselor de dezvoltare a sistemului energetic, coeficientul de risc, precum și profitul furnizorului.

Spre deosebire de alte tarife, cel ce se aplică la energia electrică are și rolul foarte important de cointeresare materială a consumatorilor în folosirea rațională a produsului livrat. Acest rol al tarifului, în cazul energiei electrice, este posibil datorită specificului acestui produs care nu se poate stoca și care se produce practic în momentul în care se consumă, iar cantitatea produsă în unitatea de timp, ceea ce numim puterea produsă, depinde, în mod nemijlocit, de suma cererilor consumatorilor din acel moment.

Ca urmare, pentru o folosire rațională a instalațiilor de producere (centrale electrice) și a celor de transport și distribuție (linii și stații de transformare) este necesar să existe, în cele 24 de ore ale unei zile, o curbă de sarcină cât mai aplatizată, adică diferența între cerere și consum (puterea absorbită) și puterea medie din orele de vârf ale unei zile să fie cât mai mică. Această condiție conduce la reduceri foarte importante de costuri la furnizor, care folosește o putere mai mică în grupurile generatoare din centralele electrice, o dimensionare mai redusă a instalațiilor de transport și distribuție (linii și stații de transformare), deci investiții mai mici, dar și consumuri tehnologice mai reduse, și aceasta în mod special în rețelele electrice, unde pierderile cresc proporțional cu valoarea intensității curentului transportat la puterea a doua.

Ca urmare, tarifele ce se aplică la energia electrică trebuie astfel stabilite și aplicate încât prin ele să se atingă scopul urmărit de furnizor, acela de a se realiza o curbă de sarcină cât mai aplatizată, prin cointeresarea materială a consumatorilor de a lua măsuri tehnice și organizatorice în acest sens în instalațiile lor de consum.

O măsură importantă ce trebuie realizată pe acesată linie la consumatori este aceea de a funcționa, acolo unde este posibil, în două sau trei schimburi (consumatorii de forță), iar în orele de vârf de seară și dimineață (când peste consumul de forță se suprapune consumul pentru iluminat), consumul de energie electrică pentru forță să fie cât mai redus.

În cele ce urmează vom prezenta principalele tipuri de tarife ce se aplică la energia electrică și modul în care acestea acționează pentru cointeresarea consumatorilor în folosirea rațională a energiei electrice.

Tarifele la energia electrică se împart în două mari grupe, și anume:

* Tarife monome
* Tarife binome

Tariful monom, la rândul sau, poate fi de mai multe tipuri, și anume:

a) tarif monom simplu;

b) tarif monom pe tranșe, care este un tarif al cărui preț în lei/kWh se schimbă în raport de cantitatea consumată. Tranșele de consum (în kWh) se fixează în funcție de suprafața clădirii, de puterea instalată sau de alte criterii, numărul tranșelor fiind de minim două. Valoarea prețului pe tranșe poate fi descrescătoare (regresiv), prin acest tip de tarif urmărindu-se încurajarea unui consum sporit, sau poate fi crescătoare (progresiv), ceea ce are drept efect influiențarea consumatorului de a reduce consumul;

c) tarif monom condiționat. Este un tarif care se aplică la un preț redus, condiționat de o anumită clauză. De exemplu, dacă energia electrică nu se consumă deloc în timpul orelor de vârf de seară, se aplică un tarif cu reducere de 50%, iar dacă într-o anumită perioadă tarifară (lună) se consumă totuși și în perioada orelor de vârf (respectiv nu se respectă condiția stabilită), atunci, pentru

întreaga perioadă tarifară dată (luna sau trimestrul), nu se mai aplică reducerea prețului;

d) tarif monom diferențiat. Este un tarif de tip monom, al cărui preț exprimat în lei/kWh este diferențiat în funcție de orele de consum, care pot fi și ele de mai multe categorii: orele de vârf ale sistemului energetic și restul orelor, sau ore de vârf, ore pline și ore de gol etc. Prețul pentru fiecare din aceste tipuri de ore este diferit, și anume: în orele de vârf prețul este mai mare, în orele pline este un preț mai redus, iar prețul cel mai scăzut este cel din orele de gol spre care se urmărește, prin preț, să se deplaseze o parte cât mai mare a consumului.

Pentru aplicarea acestui tip de tarif diferențiat, în funcție de ora de consum, este necesar a se folosi un contoar cu două sau cu trei cadrane. Înregistrarea consumului de energie electrică pe fiecare cadran se face prin comutarea consumului pe baza unui mecanism de ceasornic reglat în mod corespunzător.

Tariful binom este acel tip de tarif la care, pe lângă taxa de energie propriu-zisă, exprimată în lei/kWh, se mai aplică și o taxă fixă de putere, indiferent de cantitatea de energie electrică consumată, exprimată în lei/KW și care se stabilește în funcție de puterea maximă absorbită sau de puterea contractată într-o perioadă de timp dată (lună sau trimestru).

Tariful binom are calitatea de a influența în modul cel mai direct aplatizarea curbei de consum a fiecărui consumator în parte și, în final, a curbei de sarcină a sistemului energetic, el având o pondere importantă asupra prețului mediu de livrare a energiei elecrice, în funcție de puterea maximă absorbită la un același consum cantitativ de energie electrică.

Pentru o mai bună înțelegere a modului în care acest tip de tarif influențează, prin cointeresarea materială a consumatorilor, reducerea puterii maxime absorbite, contribuind la aplatizarea consumului propriu, să luăm ca exemplu doi consumatori, care, într-o lună de facturare, realizează același consum de energie electrică de 100000 kWh, dar în timp ce consumatorul A absoarbe pentru acest consum o putere maximă de 150 kW, consumatorul B realizează 300 kW. Dacă considerăm prețul energiei electrice în tarif binom de 30 lei/kWh și taxa fixă de 8000 lei/kW lunar, modul de calcul este următorul:

Pentru consumatorul A

Valoarea taxei de energie

100000 kWh · 30 lei = 3.000.000 lei

Valoarea taxei de putere

150 · 8.000 = 1.200.000 lei

Total: 4.200.000 lei,

iar prețul mediu este $\frac{4200000}{100000} = 42$ lei/kWh.

Pentru consumatorul B

Valoarea taxei de energie

100000 kWh · 30 lei = 3000000 lei

Valoarea taxei de putere

300 · 8000 = 2.400.000 lei

Total: 5.400.000 lei,

iar prețul mediu este $\frac{5400000}{100000}$ = 54 lei/kWh

Rezultă deci că consumatorul B plătește energia electrică cu 1.200.000 lei (5.400.000 - 4.200.000 = 1.200.000) mai mult decât consumatorul A, care a reușit să realizeze același consum, dar cu o putere maximă absorbită redusă la jumătate.

Datorită acestei calități a tarifului binom, de a cointeresa consumatorii în reducerea puterii maxime absorbite și, prin aceasta, să contribuie pozitiv la aplatizarea curbei de sarcină a furnizorului, acest tarif este indicat a se aplica la toți consumatorii. Astfel, în țările cu economie de piață dezvoltată, cum sunt Franța, Italia și altele, tariful binom este aplicat la toți consumatorii, inclusiv consumatorii casnici, de peste 20 de ani, cu rezultate deosebit de bune.

Ca element suplimentar de măsurare, la consumatorii la care se aplică tariful de tip binom trebuie asigurată măsurarea puterii maxime contractate, problemă care se rezolvă în funcție de natura consumatorului. Astfel, la micii consumatori, inclusiv consumatorii casnici, la care puterea maximă nu depășește 100 kW, aplicarea tarifului binom se face la puterea contractată, care este controlată pentru a nu fi depășită printr-un "disjunctor" de tip electromagnetic, care întrerupe alimentarea consumatorului în momentul în care se depășește puterea maximă contractată. Această întrerupere în alimentarea consumatorului poate fi înlăturată prin reanclanșarea de către consumator a disjunctorului, cu condiția ca, în prealabil, să fie redus consumul sub puterea contractată. Disjunctorul este un întrerupător de tip electromagnetic care poate fi reglat de către furnizor la puterea contractată, iar consumatorul poate să-l acționeze în caz de declanșare. Disjunctorul servește în același timp și pentru deconectarea automată a unei instalații de utilizare defectă, în care apare o punere la pământ sau un scurtcircuit.

La marii consumatori, pentru aplicarea tarifului binom, este necesară introducerea unor aparate indicatoare de maxim sau maxigrafe, a căror costuri de investiție se recuperează într-un timp scurt, datorită posibilităților de reducere a prețului mediu de vânzare a energiei electrice pentru consumatori, după luarea de către aceștia a măsurilor de aplatizare, care avantajează și pe furnizor.

La un mare număr de consumatori și, în general, la marii consumatori industriali, se aplică cu bune rezultate și tarifele de tip binom cu mai multe taxe de putere și de energie, valoarea în lei a acestora depinzând de ora de consum, iar

uneori și de anotimp (vară-iarnă), taxele mai ridicate aplicându-se în orele de vârf, iar taxele mai mici în orele de gol de sarcină.

Prin tarif se ține seama și de tensiunea punctului de delimitare, deci de tensiunea de alimentare a consumatorului; tariful stabilește de obicei prețul pentru joasa tensiune, aplicându-se reduceri în procente pentru consumatorii alimentați pe medie sau pe înaltă tensiune.

Tot prin tarif, furnizorul poate cointeresa material pe unii mari consumatori industriali să reducă, la cererea sa, consumul de energie electrică cu puteri, în general, de cel puțin 3 MW, contra unei reduceri a tarifului aplicat sau chiar plata unui rabat comercial. Puterea care urmează a se reduce, ca și numărul de zile pe an în care se poate apela pentru reducere se stabilesc prin contract. Acest mod de lucru poate ajuta pe furnizor să facă față unor situații de lipsă de putere în sistemul energetic, fără afectarea altor consumatori.

La consumatorii sezonieri, care nu participă la vârful de sarcină anual al sistemului energetic, ca și pentru consumul de noapte, se pot acorda, de asemenea, tarife reduse.

Tot prin intermediul tarifelor se stabilesc și avantaje pentru consumatorii care realizează un factor de putere bun sau se stabilesc majorări pentru consumatorii care depășesc puterea sau cantitatea de energie electrică contractată.

Deoarece pentru un anumit consumator se pot aplica în același timp mai multe tipuri de tarife, acestea se negociază cu furnizorul, având în vedere condițiile tehnice și organizatorice de funcționare existente la consumator, precum și posibilitățile de măsurare asigurate.

Tipul de tarif convenit între furnizor și consumator se înscrie în contractul de furnizare a energiei electrice. Acest tarif poate fi modificat pe parcursul derulării contractului din inițiativa uneia din părțile contractante, în cazul în care se convine aplicarea unui alt tip de tarif.

Din cele prezentate rezultă importanța deosebită pe care tarifele de energie electrică o au atât în recuperarea costurilor de producție, în mod diferențiat în funcție de cheltuielile efective, cât și rolul de pârghie economică de cointeresare materială a consumatorilor de a folosi în mod rațional această materie primă atât de prețioasă, care este energia electrică.

6.9. FACTURARE ȘI ÎNCASAREA CONTRAVALORII ENERGIEI ELECTRICE LIVRATE

Energia electrică livrată consumatorilor se facturează de furnizor pe baza măsurării energiei electrice consumate.

Taxa de putere, în cazul tarifului binom, se facturează, în funcție de tariful aplicat, fie la puterea absorbită măsurată, fie la o putere contractată.

La consumatorii persoane juridice, la care se aplică tariful binom, facturarea pentru plata taxei de putere se prezintă spre achitare în prima zi a perioadei pentru care se face facturarea.

Consumatorii persoane juridice cărora li se aplică tariful monom vor plăti energia electrică activă pentru jumătate din consumul lunar contractat sau prezumat în prima zi a perioadei de facturare.

La încheierea contractului, consumatorii persoane fizice vor depune la furnizor contravaloarea consumului prezumat de energie electrică pentru o perioadă de 30 de zile, denumită anticipație.

În cazul în care, la verificarea echipamentului de măsurare după care se face facturarea, se constată erori ce depășesc limitele admisibile, consumul de energie electrică se va recalcula retroactiv. Dacă abaterile se încadrează în limitele de erori admise, consumatorul care a solicitat verificarea va suporta plata integrală a cheltuielilor efectuate de furnizor cu ocazia verificării.

Achitarea facturilor emise de furnizor pentru energia electrică livrată se face fie din contul la bancă al consumatorului la termenele prevăzute în contract, fie prin plăți directe la casieria furnizorului sau delegatului acestuia, sau prin alte forme de plată. Eventualele corecturi ale valorii facturii, în cazul constatării unor erori, se vor efectua cel mai târziu cu ocazia emiterii următoarei facturi.

Pentru neachitarea facturii în termen de 10 zile de la data înregistrării acesteia la un mare consumator se percepe o majorare de tarif de 0,2% pentru fiecare zi de întârziere, cu începere din prima zi a înregistrării facturii și până la achitarea ei.

La ceilalți consumatori, pentru neachitarea facturii în termen de 5 zile lucrătoare de la data înștiințării de plată, furnizorul percepe o majorare de tarif de 0,2 % pe fiecare zi de întârziere începând cu ziua a 6-a până la achitarea facturii.

După trecerea unui număr de 15 zile, la marii consumatori și de 30 de zile de la restul consumatorilor, de la aplicarea majorării lor, cu un preaviz de 5 zile și respectiv de 3 zile, dacă factura nu a fost achitată de consumator, furnizorul va proceda la întreruperea livrării energiei electrice, eventualele consecințe rezultate din aceste întreruperi revenind în execlusivitate consumatorilor.

În cazul constatării unui consum fraudulos de energie electrică, determinarea acestuia se va efectua conform sistemului paușal. Perioada de recalculare se ia în considerare de la data începerii consumului fraudulos, sau, când acesta nu se poate constata, de la data montării contoarului existent la consumator, fără a se depăși termenul legal de prescriere.

La aplicarea tarifului pe niveluri de tensiune, facturarea energiei electrice se efectuează la tariful corespunzător tensiunii punctului de delimitare a instalației.

Dacă punctul de măsurare a puterii și (sau) a energiei electrice pentru facturare nu corespunde cu punctul de delimitare a instalației, furnizorul, dacă este cazul, va introduce în factură corecturile necesare, care să țină seama de

pierderile din liniile electrice și din transformatoarele situate între punctul de măsurare și cel de delimitare.

În factura de plată a energiei electrice furnizorul va introduce și majorările legale pentru depășiri la puteri sau energie, pentru nerespectarea regimului de limitări, precum și valoarea energiei electrice reactive, în funcție de factorul de putere mediu realizat.

În cazul în care consumatorul nu efectuează plata în termen de 15 zile calendaristice de la data întreruperii furnizării energiei electrice ca urmare a neachitării integrale a consumului de energie electrică și a majorărilor aplicate, furnizorul are dreptul să rezilieze contractul de furnizare și să desființeze racordul sau branșamentul. Recuperarea debitelor respective restante se va obține ulterior pe cale legală.

După ce a plătit facturile restante și majorările calculate, consumatorul căruia i s-a desființat branșamentul sau racordul poate cere o nouă instalație de alimentare, urmând metodologia ca pentru un nou consumator.

În situația în care un consumator are pentru același loc de consum mai multe căi de alimentare dotate cu măsură distinctă, tariful se aplică separat pentru fiecare punct de delimitare, în afara cazului în care există posibilitatea tehnică a însumării puterii simultan absorbită prin toate punctele de alimentare.

Consumatorul care realizează un factor de putere mediu lunar mai mic de 0,65 plătește energia reactivă consumată la un tarif majorat cu 200 %. Se exceptează de la această situație cazurile în care factorul de putere scăzut se datorește deconectării mijloacelor de compensare la dispoziția dispecerului energetic al furnizorului.

Consumatorii, cu excepția celor casnici, care depășesc, fără acordul expres al furnizorului, pe o durată de peste 15 minute, cu peste 10 % puterea contractată la orele de vârf, vor plăti pentru puterea depășită de două ori tariful prevăzut în contract.

Consumatorul care, la cererea furnizorului, nu aplică reducerile de putere convenite prin contract, va achita pentru cantitatea de energie electrică neredusă de opt ori tariful convenit pentru consumul normal. Consumul de energie electrică realizat prin nereducerea puterii absorbite se determină ca produs dintre puterea neredusă și timpul în ore pentru care s-a dispus reducerea.

Pentru energia electrică redusă de consumatori la cererea furnizorului, furnizorul va plăti această energie consumatorului la tariful ce se aplică pentru cantitățile contractate. Măsura nu se aplică în cazul consumatorilor casnici.

Pentru serviciile prestate de furnizor în afara sarcinilor normale rezultate din calitatea sa, acesta va percepe și va factura valoarea rezultată prin aplicarea unor tarife de prestare de serviciu.

7. REGLEMENTĂRI PRIVIND PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE

Proiectarea și executarea instalațiilor electrice cu tensiuni până la 1000 V c.a. și 1500 V c.c. se fac în conformitate cu prevederile Normativului I7-91. Prevederile normativului se aplică instalațiilor electrice având caracter definitiv sau provizoriu.

Adaptarea instalațiilor electrice existente la prevederile din normativ este obligatorie. Dat fiind obligația cunoașterii și aplicării prevederilor normativului, fără alte interpretări, în acest capitol sunt prezentate câteva din aceste prevederi.

7.1. PREVEDERI GENERALE

Pentru executarea instalațiilor electrice se vor utiliza materiale, aparate, echipamente și receptoare omologate. Alegerea acestora se va face ținând seama de:

- categoriile în care se încadrează încăperea, spațiul sau zona din punctul de vedere al caracteristicilor mediului, al pericolelor de incendiu sau al electrocutării;
- parametrii regimului de funcționare (tensiune, curent, frecvență, putere);
- destinația construcției și condițiile de montare și utilizare a instalației;
- criteriile tehnico-economice;
- caracterul specific al instalației respective.

Utilizarea materialelor, aparatelor, echipamentelor și receptoarelor din import este posibilă numai în cazul în care calitatea acestora este cel puțin egală cu cea prevăzută în standardele românești.

7.2. AMPLASAREA ELEMENTELOR INSTALAȚIILOR ELECTRICE

La proiectarea și executarea instalațiilor electrice se va urmări:

- să se evite încăperile, spațiile, locurile și zonele în care integritatea instalațiilor ar putea fi periclitată datorită temperaturilor ridicate, agenților corosivi, șocurilor, vibrațiilor, pericolelor de incendiu;
- să se asigure accesul ușor, astfel încât întreținerea și verificarea, precum și localizarea și repararea defectelor și efectuarea intervențiilor să se poată face fără greutate;

- să se aleagă traseele cele mai scurte, în scopul evitării consumurilor nejustificate de materiale;

- să se evite amplasarea elementelor instalațiilor electrice în structura de rezistență a construcțiilor;

- echipamentele electrice se vor instala în spații în care să aibă acces numai personalul însărcinat cu exploatarea lor. Fac excepție tablourile de distribuție din interiorul locuințelor.

Amplasarea echipamentelor se va face astfel încât ele să nu stânjenească circulația sau să periclitează siguranța persoanelor.

Se interzice amplasarea instalațiilor electrice (circuite, coloane, tablouri) în canalele de ventilație prin care se evacuează praf, vapori sau gaze conbustibile sau inflamabile, ca și în interiorul canalelor de ventilație ale sălilor aglomerate, hotelurilor, clădirilor înalte.

Se va evita amplasarea instalațiilor electrice pe trasee comune cu acelea ale altor instalații sau utilaje care ar putea să le periclitează funcționarea normală.

În cazul când nu există altă soluție, instalațiile electrice se vor amplasa astfel:

- deasupra conductelor de apă, de canalizare sau a conductelor de gaze lichefiate;

- sub conductele de gaz și sub conductele calde.

Se interzice montarea conductoarelor electrice, a cablurilor cu manta din materiale combustibile, precum și a aparatelor și echipamentelor electrice direct pe elementele de construcție din materiale combustibile.

Se admite montarea acestora în condițiile de mai sus numai în cazul în care între instalație și elementele de construcție se interpun materiale incombustibile (straturi de tencuială cu minimum 1 cm grosime sau plăci de azbest cu grosimea de minimum 0,5 cm și cu o lățime care depășește cu cel puțin 3 cm pe toate laturile elementul de instalație electrică).

7.3. CATEGORII DE MEDIU DIN ÎNCĂPERI ȘI SPAȚII

La executarea instalațiilor electrice trebuie să se țină seama de mediile în care sunt amplasate încăperile sau spațiile în care se montează instalațiile respective, și anume:

a) Mediu uscat sau umed cu intermitență (categoria U_0 sau U_1).

În categoria U_0 se încadrează încăperile în care nu apare apă de condensație pe pereți - cum sunt camerele de locuit, birourile, sălile de clasă, sălile de spectacole. În categoria U_1 se încadrează încăperile în care umiditatea se poate manifesta pe perioade scurte de timp sub formă de apă de condensație pe pereți,ca

de exemplu, în bucătării, camere de baie cu aerisire directă, grupuri sanitare din clădirile de locuit.

b) Mediul umed (categoria U_2) este mediul în care apa se prezintă sub formă de picături ce cad în plan vertical. În această categorie se încadrează camerele de baie fără aerisire directă, bucătăriile de la cantine și restaurante.

c) Mediul ud (categoria U_3) este mediul în care apa cade frecvent sub formă de ploaie din toate direcțiile. În această categorie se încadrează băile publice, încăperile pentru spălarea autovehicolelor.

d) Mediul cu pericol de coroziune (categoria K). În această categorie se încadrează încăperile sau spațiile unde agenții chimici au acțiune distructivă asupra instalațiilor electrice.

e) Mediu expus la interperii (categoria EI). Aici se manifestă acțiunea agenților naturali cum sunt: zăpada, gheața, ploaia.

f) Mediu expus acțiunii corosive a agenților specifici zonei litoralului (categoria ZL).

g) Mediu cu temperatura ambiantă peste 40 °C (categoria T).

h) Mediu cu praf incombustibil (categoria PI). În această categorie se încadrează fabricile de ciment.

i) Mediu cu praf, scame sau fibre combustibile (categoria PC). În această categorie se încadrează încăperile în care impuritățile degajate în amestec cu aerul nu ajung la concentrații de explozie.

j) Mediu cu pericol de deteriorare mecanică datorită șocurilor mecanice (categoria M).

k) Mediu conductor electric (categoria CE). Este mediul în care omul este supus potențialului pământului, datorită contactului cu elemente de construcție conductoare electric (pardoseli din metal, beton, mozaic).

l) Încăperi pentru echipamente electrice (categoria EE).

7.4. DISTANȚE MINIME

Distanțele minime între elementele unei instalații electrice sau de la acestea până la elementele altor instalații sau elemente de construcție sunt prezentate în anexa 1.

7.5. DIMENSIONAREA SECȚIUNII CONDUCTOARELOR ȘI BARELOR

Secțiunile conductoarelor electrice se vor dimensiona în așa fel încât să satisfacă condiția de stabilitate termică la încălzirea în regim permanent sau

intermitent, în funcție de regimul de lucru al receptoarelor alimentate. Secțiunile determinate astfel vor fi verificate la condițiile de pierdere de tensiune și de rezistență mecanică. În cazul instalațiilor de forță, coloanele și circuitele vor fi verificate și la condițiile de încălzire în regim de scurtă durată la pornire.

Secțiunile barelor se vor dimensiona pentru a satisface condiția de stabilitate termică la încălzirea în regim permanent.

Secțiunile găsite vor fi verificate la stabilitate dinamică la scurtcircuit, iar la barele de distribuție și la pierderile de tensiune.

7.6. SECȚIUNI MINIME ADMISE

Secțiunile conductoarelor nu vor fi mai mici decât cele indicate în anexele 2 și 3, chiar dacă din calculele de încălzire sau de pierdere de tensiune rezultă secțiuni inferioare.

În încăperile cu praf, scame sau fibre combustibile conductoarele de aluminiu montate în tuburi și cablurile de aluminiu vor avea o secțiune de cel puțin 4 mm^2.

Secțiunea conductorului de nul de lucru, în cazul circuitelor monofazate, va fi egală cu aceea a conductorului de fază.

Secțiunea minimă admisă a conductorului de nul de lucru pentru circuitele sau coloanele trifazate va fi:

- în cazul instalațiilor de lumină conform anexei 3;
- în cazul instalațiilor de forță, cel puțin 50 % din secțiunea conductoarelor de fază.

7.7. PIERDERI DE TENSIUNE MAXIM ADMISE

În cazul alimentării directe din rețeaua de joasă tensiune, pierderile de tensiune maxim admise față de tensiunea nominală de utilizare la puterea maximă simultan absorbită, pentru care s- au dimensionat coloanele și circuitele de alimentare, începând de la tabloul general sau contoar, până la ultimul receptor, vor avea următoarele valori:

- 3 % în instalațiile electrice de iluminat;
- 5 % în instalațiile electrice de alimentare a altor tipuri de receptoare.

În cazul alimentării de la posturi de transformatoare sau din centralele pierderile de tensiune maxim admise față de tensiunea nominală a sursei (post trafo sau centrală) până la ultimul receptor, la puterea maximă simultan absorbită, vor avea următoarele valori.

- 8 % în instalațiile electrice de iluminat;
- 10 % în instalațiile electrice de alimentare a altor tipuri de receptoare.

În instalațiile electrice de iluminat alimentate cu tensiune redusă (sub 42 V) se admit pierderi de tensiune până la maximum 10 % din tensiunea nominală de utilizare.

La dimensionarea circuitelor pentru instalații electrice de forță se va ține seama ca, la pornire, pierderile de tensiune față de tensiunea nominală să nu depășească valoarea maximă indicată de fabricant.

Dacă nu se dispune de date precise se va lua în calcul o pierdere de tensiune de cel mult 12 %.

7.8. CRITERII PRIVIND ALEGEREA SOLUȚIEI DE ALIMENTARE CU ENERGIE ELECTRICĂ A CONSUMATORILOR

Organizarea sistemului intern de alimentare cu energie electrică se face urmărind reducerea la minimum a posibilităților de întrerupere a activității.

Nivelul de siguranță adoptat prin proiect pentru rețeaua electrică internă a unui consumator trebuie corelat cu nivelul de siguranță al alimentării din sistemul energetic. În funcție de natura efectelor produse de întreruperea în alimentarea cu energie electrică, receptoarele din dotarea consumatorilor se clasifică în următoarele categorii:

Categoria zero, la care întreruperea peste durata critică poate duce la explozii, incendii, distrugeri de utilaje sau pierderi de vieți omenești.

Receptoarele încadrate în această categorie nu vor fi acționate electric decât în cazul în care nu se dispune de alte forme de energie sau acestea sunt prohibitive economic. În astfel de situații se vor preciza măsurile de ordin tehnologic prevăzute pentru asigurarea securității oamenilor și utilajelor în caz de întrerupere în alimentarea cu energie electrică.

Pentru această categorie de receptoare proiectantul va prevedea instalarea în cadrul sistemului intern de alimentare cu energie electrică a unor surse de intervenție, care vor asigura continuitatea în funcționarea receptoarelor respective, independent de sursa de alimentare de bază (sistemul electroenergetic).

Categoria I, la care întreruperea alimentării conduce la:

- dereglarea proceselor tehnologice, necesitând perioade lungi pentru reluarea activității la parametrii cantitativi și calitativi existenți în momentul întreruperii;
- rebuturi importante de materii prime, materiale și semifabricate;
- imposibilitatea recuperării pierderilor de producție;
- perturbarea vieții sociale din localitățile unde au loc întreruperile.

Categoria aII-a, la care întreruperea alimentării conduce la nerealizarea producției, producție care poate fi de regulă recuparată.

Categoria a III-a cuprinde receptoarele ce nu se încadrează în categoriile precedente.

În funcție de condițiile de continuitate cerute de consumatori, alimentarea din sistemul electroenergetic se poate realiza la următoarele niveluri de siguranță:

Nivelul 1. Alimentarea cu energie electrică se realizează prin două căi de alimentare independente și prin două puncte de primire, dimensionate astfel încât puterea care trebuie asigurată la consumator să fie transportată în regim economic prin ambele căi. În caz de indisponibilitate a unei căi, nu trebuie să fie depășite limita termică a căii rămasă în funcțiune și nici limitele admisibile ale abaterilor de tensiune.

Realimentarea consumatorilor în caz de avarie a unei căi se prevede a se realiza prin conectarea automată a consumatorilor pe calea neavariată, cu o discontinuitate de maximum 3 secunde.

Stabilirea nivelului 1 de siguranță se face numai în condițiile în care și la consumator este montată și funcționează instalația de automatizare (AAR), care să permită trecerea alimentării receptoarelor de pe sursa avariată pe sursa rămasă în funcțiune.

Nivelul 2. Alimentarea se face prin două căi care nu sunt în mod obligatoriu independente și, de regulă, printr-un singur punct de primire.

Alimentarea consumatorului în caz de avarie a unei căi se poate face numai după identificarea defectului și efectuarea unor manevre manuale de izolare a acestuia, după o întrerupere cuprinsă în limitele de 30 minute și 16 ore, în funcție de natura rețelei de alimentare, de clasa consumatorului și de poziția sa față de centrul de intervenție.

Nivelul 3. Alimentarea se face printr-o singură cale. Realimentarea consumatorului în caz de avarie se poate face numai după repararea sau înlocuirea elementelor defecte.

Caracteristicile nivelului de siguranță menționate sunt sistematizate în tabelul nr. 8.

Tabelul 8

Nivelul de siguranță	Grad de satisfacere minim	Caracteristicile schemei în caz de întrerupere simplă						Observații
		Consum asigurat	Durata maximă de realimentare					
			Clasa A. peste 50 MVA	Clasa B. 7.5-50 MVA	Clasa C. 2.5-7.5 MVA	Clasa D. sub 2.5 MVA		
1	99.8	integral	3 sec.	3 sec.	3 sec.	3 sec.		Durata maximă de acționare a automaticii de sistem
2	99.5	integral	30 min	30 min	2-6 ore	8-16 ore		Durata necesară efectuării manevrei pentru izolarea defectului și realimentarea pe calea neavariată
3	98.0	nu se asigură	Se va stabili de la caz la caz, în funcție de condițiile locale și structura schemei de alimentare					

NOTA:

a) Duratele de alimentare în cazul nivelurilor 2 și 3 de siguranță se stabilesc prin convenții de exploatare, în funcție de structura shemei de alimentare și de poziția față de centrul de intervenție.

b) În situațiile în care condițiile locale permit se poate adopta un nivel de siguranță intermediar.

Pe căile de alimentare suplimentare se asigură, în toate cazurile, numai sarcinile prioritare (receptoare din categoria zero și 1).

c) Stabilirea structurii de rețea și alegerea numărului și amplasamentului stațiilor de primire a consumatorilor se vor face ținând seama de situația energetică existentă în zona respectivă, de perspectiva de dezvoltare a zonei, precum și de posibilitatea asigurării rezervelor strict necesare în alimentarea tuturor consumatorilor situați în zonă.

Sarcina maximă de calcul pentru dimensionarea instalațiilor se va determina de către beneficiar pentru fiecare etapă de dezvoltare, cu indicarea perspectivei pentru următorii 5-10 ani, ținându-se seama de:

- destinația și legătura tehnologică dintre agregate;
- puterile unitare, tensiunea și coeficienții de utilizare a puterii instalate;
- existența consumurilor tampon și mărimea acestora;
- repartizarea consumatorilor în cadrul obiectivului;
- necesitatea utilizării cu maximă eficiență a energiei electrice.

Sistemul de alimentare cu energie electrică a unui consumator va trebui să asigure o cale de alimentare de bază corespunzătoare sarcinii maxime de durată a receptoarelor.

Alimentare pe o cale suplimentară va trebui justificată printr-o analiză tehnico-economică, ținând seama de ponderea și caracteristicile fiecărei categorii de receptoare în parte.

Rețelele electrice ale sistemului intern de la consumator vor trebui verificate atât pentru condițiile normale de funcționare, cât și pentru cazuri de avarie.

De asemenea, la repartizarea receptoarelor va trebui să se țină seama și de implicațiile limitărilor de putere la cererea furnizorului, în caz de deficit de putere în sistemul energetic național.

Proiectantul de specialitate va prevedea măsuri corespunzătoare, astfel încât funcționarea receptoarelor electrice să nu producă în sistemul energetic anomalii ca:

- fluctuații de tensiune;
- șocuri de putere activă și reactivă;
- nesimetrii;
- armonici de ordin superior.

7.9. TABLOURI DE DISTRIBUȚIE

Tablourile de distribuție pot fi în construcție deschisă sau protejată.

Tablourile în construcție deschisă se montează în încăperi speciale pentru echipamente electrice (categoria EE) sau în încăperi de categoria U_0 de mediu, dacă sunt respectate prevederile referitoare la protecția împotriva electrocutării.

Tablourile în construcție protejată se montează în cutii, dulapuri sau nișe cu gard de protecție după necesitate. Se interzice amplasarea tablourilor de distribuție în poduri sau subsoluri de cabluri, precum și în spații de depozitare a materialelor combustibile.

Se interzice amplasarea tablourilor de distribuție care conțin aparate de măsură în încăperi cu temperaturi sub 0 °C sau peste 40 °C. În cazul când totuși se amplasează în astfel de încăperi, se vor lua măsuri speciale pentru buna funcționare a aparatelor de măsură. Se interzice montarea în tablouri a aparatelor cu ulei.

Tablourile de distribuție și coloanele de alimentare ale acestora se recomandă să fie comune pentru instalațiile de iluminat și de forță.

Separarea tablourilor și a coloanelor lor de alimentare se va face atunci când:

- se aplică tarifări diferite pentru consumul de energie electrică;
- funcționarea receptoarelor de forță provoacă fenomene supărătoare în instalațiile electrice de iluminat.

Tablourile de distribuție vor fi prevăzute cu întrerupătoare generale, cu excepția celor din locuințe sau din instalațiile de mică importanță.

Tablourile generale de distribuție ale instalațiilor industriale cu puteri instalate peste 20 kW inclusiv și tablourile șantierelor se vor prevedea cu întrerupător general automat maximal, în cazul în care sunt racordate direct la rețeaua de joasă tensiune a furnizorului sau sunt alimentate prin posturi de transformare proprii, care nu au dispozitive de acționare a întrerupătoarelor automate de înaltă tensiune la dispoziția consumatorului.

Fac excepție tablourile generale ale consumatorilor de forță din cvartalele de locuințe, a căror putere instalată nu depășește 50 kW (de exemplu, stațiile de pompare, punctele termice), cu condiția ca toate receptoarele lor de forță să fie prevăzute cu protecție la scurtcircuit și suprasarcină. În aceste cazuri, la intrarea în tablouri se vor monta siguranțe fuzibile generale. Întrerupătorul general automat al tabloului general se va alege astfel încât să nu declanșeze la lipsa de tensiune cauzată de funcționarea AAR-urilor din rețeaua furnizorului. Legăturile în interiorul tablourilor pentru curenți mai mari de 100 A se recomandă a se executa în bare.

Distanța de izolație în aer între elementele fixe sub tensiune din tablou, precum și între aceste elemente și părți metalice legate la pământ va fi de minimum 1,5 cm.

Distanța de protecție de la părțile sub tensiune neizolate ale tabloului va fi de:

- 5 cm până la pereți, uși sau alte elemente de construcție;
- 10 cm până la uși sau pereți metalici.

Tablourile se vor monta astfel încât înălțimea de la pardoseală până la latura de sus a tabloului să nu depășească 2,20 m.

Fac excepție cele din clădirile de locuit, pentru care se admite o înălțime de cel mult 2,60 m.

Distanța între elementele sub tensiune neizolate din spatele tabloului și elementele neelectrice de pe peretele opus va fi de cel puțin 1 m.

7.10. INSTALAȚII ELECTRICE PENTRU ILUMINAT ȘI PRIZE

Circuitele pentru alimentarea corpurilor de iluminat vor fi separate de cele pentru alimentarea prizelor.

Circuitele comune pentru iluminat și prize se admit în cazul construcțiilor de importanță secundară, separate de corpul clădirii principale (de exemplu, bucătăriile de vară), precum și în cazul clădirilor de cazare de tip cămin-internat.

Circuitele electrice de iluminat monofazate nu vor depăși o putere totală instalată de 3 kW, respectiv 8 kW pentru circuitele trifazate și un număr maxim de 30 de corpuri de iluminat pe fază.

În clădirile de locuit un circuit de iluminat va fi încărcat cu maximum 12 corpuri, însumând o putere de cel mult 1kW, în cazul în care puterea instalată pe apartament este de 4 kW, şi de cel mult 1,5 kW, în cazul când puterea instalată pe apartament este de 6 kW.

Fac excepţie circuitele de iluminat pentru spaţiile comune, la care se admit 15 corpuri pe circuit, cu condiţia respectării unei puteri totale instalate de cel mult 1 kW.

La dimensionarea circuitelor de priză se va avea în vedere ca pe un circuit de prize monofazat să se instaleze cel mult 15 prize simple sau duble.

În locuinţe pe un circuit de prize monofazat nu se pot instala mai mult de 8 prize simple sau duble.

În locuinţe şi clădiri social-culturale, la stabilirea numărului de circuite de prize monofazate, se va avea în vedere o putere instalată pe circuit de 2 kW, secţiunile conductoarelor fiind cele prezentate în anexa 3.

Pentru fiecare receptor monofazat cu o putere mai mare de 2 kW se prevede circuit separat, cu secţiunea conductoarelor dimensionată corespunzător puterii receptorului respectiv.

În cazul circuitului de prize pentru alimentarea maşinii de spălat cu pogram cu putere de maximum 2,5 kW din locuinţe, secţiunea minimă a conductoarelor este prezentată în anexa 3.

La dimensionarea coloanelor principale pentru alimentarea tablourilor de lumină şi prize se vor aplica la puterile instalate, în caz că nu exită condiţii speciale care să justifice utilizarea altor coeficienţi de simultaneitate, următoarele valori:

- la locuinţe 0,9;
- la clădiri industriale şi civile ..... 0,8 - 0,9;
- la iluminatul de siguranţă .... 1.

7.11. INSTALAŢII ELECTRICE DE FORŢĂ

Modul de racordare a receptoarelor electrice la circuitele de alimentare (prin prize sau racord fix) se face după cum urmează:

- receptoarele electrice alimentate la tensiuni de 220 V şi cu o putere de până la 2 kW se racordează la circuitul de alimentare prin prize care pot servi şi pentru conectarea şi deconectarea receptoarelor;

- la maşinile de spălat cu puteri de până la 2,5 kW din locuinţe racordarea se face numai prin prize dintr-un circuit separat, pentru care secţiunea minimă a conductoarelor este prezentată în anexa 3.

Se admite alimentarea mai multor receptoare electrice identice (de exemplu, motoare) printr-un circuit prevăzut cu protecţie comună la scurtcircuit, dacă puterea totală instalată nu depăşeste 15 kW.

În acest caz, la dimensionarea conductoarelor și la alegerea caracteristicilor dispozitivelor de protecție se va avea în vedere simultaneitatea sarcinilor în regim normal și la pornire, iar fiecare motor va fi prevăzut cu relee termice (protecția contra suprasarcinii).

7.12. PORNIREA MOTOARELOR ELECTRICE

Pornirea motoarelor electrice se face direct sau prin aparate de pornire, în funcție de modul de alimentare a consumatorului.

Astfel, la consumatorii racordați direct la rețeaua de joasă tensiune a furnizorului de energie electrică, se vor prevedea:

a) pornire directă, pentru motoarele monofazate cu puteri până la 4kW inclusiv (tensiunea între faze a rețelei fiind 220 V) și pentru motoarele trifazate cu puteri de până la 5,5 kW inclusiv (tensiunea între faze a rețelei fiind 380 V).

b) pornire cu aparate de pornire pentru motoarele cu puteri mai mari decât cele indicate mai sus.

Fac excepție motoarele cu puteri mai mari de 5,5 kW ale unor consumatori racordați direct la rețeaua furnizorului de energie electrică, cum sunt punctele termice, stațiile de hidroforare, stațiile de pompe de incendiu etc., pentru care condițiile de pornire se stabilesc în funcție de natura consumatorului, cu avizul furnizorului de energie electrică, pe baza unei analize în faza de proiectare.

La consumatorii alimentați prin posturi de transformare proprii, puterea motoarelor ce pot fi pornite direct se determină pe baza verificării pierderilor de tensiune admise și a stabilității termice și dinamice a transformatoarelor. Această putere însă nu poate depăși 20 % din puterea transformatoarelor funcționând în paralel.

În cazul instalațiilor alimentate de la surse proprii de energie electrică, puterea motoarelor ce pot fi pornite direct se va determina prin calcul, verificându-se satisfacerea condițiilor de pierdere de tensiune admisă.

7.13. PROTECȚIA MOTOARELOR ELECTRICE

Motoarele electrice vor fi prevăzute pentru protecția la scurtcircuit cu siguranțe fuzibile, iar pentru protecția contra suprasarcinii, cu relee termice.

Se pot folosi relee electromagnetice pentru protecția la scurtcircuit, cu condiția ca aparatele de deconectare să asigure ruperea curentului de scurtcircuit în punctul respectiv.

Protecția contra suprasarcinii prin dispozitive automate nu este obligatorie la motoarele electrice cu puteri mai mici de 1,1 kW, în cazul în care acestea au un

regim de funcționare de scurtă durată sau în cazurile de regim de lungă durată, dacă supraîncărcarea lor nu este posibilă.

Protecția la lipsa de tensiune sau la tensiune minimă se va prevedea în următoarele cazuri:

- la motoarele electrice care nu pornesc prin conectare directă la rețea, ci prin aparate de pornire cu acționare manuală;

- la motoarele electrice a căror autopornire nu este permisă.

Dispozitivele de protecție la lipsa de tensiune sau la tensiune minimă se vor prevedea pentru fiecare motor în parte. Se admite utilizarea unui singur dispozitiv de protecție la lipsa de tensiune pentru mai multe motoare electrice cu pornire directă montată în aceeași încăpere dacă suma puterilor lor nominale nu depășește 15 kW.

7.14. PROTECȚIA INSTALAȚIILOR ELECTRICE ÎMPOTRIVA SUPRACURENȚILOR

Toate instalațiile electrice vor fi protejate prin dispozitive de protecție împotriva supracurenților datorați scurtcircuitelor sau suprasarcinilor. Se vor folosi ca dispozitive de protecție siguranțe fuzibile sau întrerupătoare automate cu relee maximale de curent.

Dispozitivele de protecție se vor prevedea:

- la plecările din tablourile de distribuție;

- la intrarea în tablourile de distribuție, cu putere totală instalată mai mare de 8 kW, la consumatorii alimentați direct din rețeaua de joasă tensiune a furnizorului;

- la intrarea în tablourile de lumină sau forță cu mai mult de cinci circuite, alimentate direct din rețeaua de joasă tensiune a furnizorului, cu excepția tablourilor de apartament din blocurile de locuințe. În cazul tablourilor de forță cu mai puțin de cinci circuite și cu puteri instalate de 5 kW necesitatea prevederii aparatelor de protecție la intrarea în tablouri se apreciază de către proiectant în funcție de specificul proceselor tehnologice;

- la ieșirea din contoarul de decontare al furnizorului de energie electrică, dacă lungimea coloanei până la tabloul de distribuție este mai mare de 25 m;

- în toate punctele în care secțiunea coloanei descrește, cu excepția cazurilor în care aparatul de protecție din amonte de punctul respectiv asigură protecția conductorului cu secțiunea cea mai mică a ramificației;

- la ramificațiile spre receptoarele individuale, cu excepția ramificațiilor pentru circuitele de alimentare a receptoarelor de mică putere (pentru corpuri de iluminat, aparate electrocasnice), asigurate la plecarea din tabloul electric cu maximum 6 A, la tensiunea de 220 V;

- la plecările racordate la tablourile de distribuție înaintea siguranțelor generale sau a întrerupătorului general, sau direct la bornele de intrare în tablou (de exemplu, coloana ascensorului, coloana pompelor de incendiu, circuitul sau coloana iluminatului de siguranță);

- pe circuitele secundare de comandă, protecție și semnalizare, cu excepția cazurilor în care aparatele de protecție ale circuitelor de forță asigură și protecția acestor circuite.

Se interzice montarea dispozitivelor de protecție:

- pe conductoarele instalațiilor de protecție;

- pe conductoarele utilizate ca nul de lucru;

- pe conductoarele electrice ale circuitelor de alimentare a receptoarelor, a căror ieșire din funcțiune poate provoca accidente (de exemplu, electromagneți pentru ridicarea greutăților).

Alegerea dispozitivelor de protecție a instalațiilor electrice la consumator se va face în așa fel încât să se coreleze protecția la consumator cu protecția instalației de racord, asigurându-se selectivitatea protecției.

Instalațiile electrice de iluminat și prize se vor proteja prin siguranțe fuzibile sau întrerupătoare automate mici. Valoarea curentului nominal al întrerupătorului automat mic (prevăzut cu relee termice) va fi cel mult egală cu valoarea curentului maxim admis în conductoarele de protejat.

Valoarea curentului nominal al fuzibilului siguranței pentru protecția coloanei sau circuitului va fi egală cu cel mult 80 %, dar nu sub 60 % din valoarea curentului maxim admis în regim permanent în conductoarele de protejat.

Pentru protecția instalațiilor electrice de forță, valoarea curentului nominal al fuzibilelor siguranțelor sau valoarea curentului de reglaj al releelor termice sau electromagnetice se va alege avându-se în vedere și:

- valorile curenților nominali, precum și valorile și duratele curenților de pornire a receptoarelor;

- frecvența pornirii receptoarelor;

- caracteristicile de funcționare ale dispozitivelor de protecție ce se aleg.

Valoarea curentului nominal al fuzibilelor siguranței va fi cel mult egală cu de trei ori valoarea curentului maxim admis în conductoarele pe care se montează.

Valoarea curentului de reglaj al releelor electromagnetice va fi cel mult egală cu de 4,5 ori valoarea curentului maxim admis în conductoarele pe care se montează.

Valoarea curentului de reglaj al releelor termice va fi egală cu valoarea curentului nominal al motorului protejat.

7.15. INSTALAȚII ELECTRICE PENTRU FIRME ȘI RECLAME LUMINOASE

Proiectarea instalațiilor electrice pentru firme și reclame luminoase se face ținând seama de următoarele:

- distanța de la părțile sub tensiune ale firmelor și reclamelor luminoase amplasate în exteriorul clădirilor până la sol și, respectiv, până la elemente ale construcțiilor trebuie să fie de cel puțin:
- 3 m până la sol;
- 1,5 m până la balcoane;
- 3 m până la acoperișurile accesibile;
- 1 m până la acoperișurile inaccesibile.

Distanța minimă pe orizontală de la firma sau reclama luminoasă până la cea mai apropiată linie de contact pentru tramvaie sau troleibuze trebuie să fie de 2,2m.

Distanța minimă de la firma sau reclama luminoasă până la suporturile liniilor de contact ale tramvaielor și troleibuzelor (stâlpi, console, suspensii) în legătură cu pământul trebuie să fie de 0,5 m.

Distanța minimă de la părțile neizolate, aflate sub înaltă tensiune, ale firmelor și reclamelor luminoase până la elementele din materiale combustibile trebuie să fie cel puțin de 10 cm.

Firmele și reclamele luminoase cu tuburi cu descărcări alimentate la înaltă tensiune, amplasate în interiorul construcțiilor, in vitrine închise sau deschise sau accesibile persoanelor neautorizate, se construiesc în așa fel încât să nu fie posibil accesul la elementele lor sub tensiune.

Alimentarea cu energie electrică a tuburilor cu descărcări de înaltă tensiune ale firmelor sau reclamelor luminoase se face prin intermediul transformatoarelor speciale cu dispersie de flux magnetic, ale căror caracteristici se aleg în funcție de acelea ale tuburilor.

Tansformatoarele se amplasează cât mai aproape de tuburile ce trebuie alimentate.La clădirile noi ce urmează să fie dotate cu firme sau reclame luminoase se vor prevedea firide speciale, în care vor fi instalate transformatoarele împreună cu dispozitivele de conectare și de programare.

Transformatoarele se alimentează prin circuite independente de acelea ale altor receptoare, pe un circuit putând fi alimentate cel mult cinci transformatoare.

Circuitele pentru alimentarea firmelor și reclamelor luminoase se prevăd cu dispozitive de comandă pentru conectare și deconectare.

7.16. INSTALAŢII ELECTRICE DE ŞANTIER

La alegerea soluţiei de alimentare cu energie electrică a unui şantier se va ţine seama de soluţia stabilită pentru construcţia definitivă, evitându-se soluţiile provizorii.

Dacă pentru alimentarea cu energie electrică a şantierului se utilizează posturi de transformare provizorii, acestea se vor amplasa în centrele de greutate ale consumatorilor.

În incinta şantierului reţelele electrice de joasă tensiune se execută aerian, cu conductoare torsadate. Se va evita utilizarea conductoarelor neizolate.

În interiorul construcţiilor în lucru se utilizează tablouri de distribuţie închise în cutii prevăzute cu uşă şi cheie.

În exterior se utilizează tablouri în execuţie capsulată sau închise în cutii etanşe cu garnitură şi prevăzute cu cheie.

Fiecare tablou de distribuţie de lumină sau de forţă se prevede cu întrerupător general. Pe şantiere se prevăd instalaţii electrice pentru iluminat normal şi prize, precum şi instalaţii electrice pentru iluminatul de pază.

Pentru lucrările de turnare a betoanelor iluminarea necesară se va asigura prin corpuri de iluminat montate la cel puţin 3 m înălţime de la nivelul planşeului. Corpurile de iluminat vor fi alimentate dintr-un tablou în execuţie închisă, racordat la o priză cu contact de protecţie printr-o coloană executată cu cordon în execuţie mijlocie, cu trei conductoare (al treilea conductor pentru protecţie).

Pe tablouri se va prevedea pentru fiecare circuit o priză sau un întrerupător bipolar pentru conectarea, respectiv deconectarea acestuia.

Pentru lucrările de finisaj, ca şi pentru lucrările de instalaţii iluminarea necesară se va asigura prin corpuri de iluminat portative, cu grătar de protecţie şi carcasă din material electroizolant.

Se interzice utilizarea corpurilor de iluminat cu carcasă din metal.

Utilajele electrice se alimentează direct din tabloul de distribuţie prin circuite separate şi instalaţii electrice fixe.

În cazul în care utilajul îşi schimbă des amplasamentul, se admite ca alimentarea lui să se facă cu ajutorul prizelor şi cordoanelor speciale pentru instalaţii mobile. Prizele trifazice pentru curenţi mai mari de 10 A se vor monta în serie, cu un întrerupător tripolar cu poziţiile "închis" şi "deschis" vizibile.

Pe şantiere se aplică măsuri, mijloace sau sisteme de protecţie împotriva electrocutării prin atingere directă sau indirectă, realizându-se legarea la o instalaţie de protecţie a elementelor metalice ale aparatelor, echipamentelor şi utilajelor electrice fixe.

În instalațiile electrice exterioare, executate cu conducte neizolate, se va proceda în felul următor:

a) stâlpii de beton armat ai liniilor electrice aeriene de joasă tensiune din incinta șantierelor se vor lega la pământ prin armături metalice;

b) stâlpii de lemn cu elemente metalice montate pe ei vor avea aceste elemente legate la sistemul de protecție;

c) descărcătoarele de supratensiune se vor monta cât mai aproape de utilajele receptoare de energie electrică ce posedă înfășurări (transformatoare de putere sau de sudură, motoare etc.);

d) în punctele cele mai înalte ale șantierului se vor monta descărcătoare legate la priza de pământ.

Elementele metalice existente (structura metalică a construcției, conductele metalice, armătura betonului) se vor utiliza drept conductoare de legare la pământ.

Legarea la priza de pământ de protecție se aplică pe șantiere numai dacă rețelele de alimentare ale șantierullui sunt rețele izolate față de pământ.

7.17. APARATE, ECHIPAMENTE ȘI RECEPTOARE ELECTRICE

7.17.1. Condiții de alegere și de montare

La alegerea tipului aparatelor, echipamentelor și receptoarelor electrice, ca și la montarea lor trebuie avute în vedere condițiile în care acestea vor funcționa. În încăperile din categoriile U_2,U_3 și K de mediu, în exterior și în zona litoralului se utilizează aparate, echipamente și receptoare electrice în execuție rezistentă la coroziune, în funcție de natura agenților corosivi. Se admite utilizarea de aparate, echipamente și receptoare electrice in execuție normală, cu condiția ca la montare să se asigure protecție împotriva agenților corosivi.

În încăperile din categoria T de mediu vor fi utilizate aparate, echipamente și receptoare electrice în execuție rezistentă la temperaturile menționate, sau se prevăd măsuri suplimentare de răcire (ca, de exemplu, ventilarea forțată).

În încăperile din categoria PC de mediu aparatele, echipamentele și receptoarele electrice vor trebui să aibă pe suprafața lor exterioară, în regim normal de funcționare de durată, o temperatură cu cel puțin 75 ^{o}C mai mică decât temperatura de mocnire a stratului de praf cu grosimea de 5 mm. Fac excepție corpurile de iluminat pentru care se admite o temperatură pe suprafața lor exterioară de maximum +200 ^{o}C.

În încăperile din categoria PC de mediu se interzice utilizarea aparatelor, echipamentelor și receptoarelor electrice cu lichide combustibile (ulei), iar conectarea acestora se face prin priză cu contact de protecție. Aparatele, echipamentele și receptoarele electrice care degajă căldura în serviciul normal se amplasează față de materialele combustibile la o distanță de cel puțin 150 mm pe orizontală și pe verticală în jos și la o distanță de cel puțin 300 mm pe verticală în sus.

Aparatele și echipamentele electrice protejate în carcasă metalică cu grad de protecție minim IP 54 pot fi montate în contact direct cu elemente din materiale combustibile. Echipamentele electrice, cu excepția tablourilor de apartament, trebuie instalate în încăperi din categoria EE, în firide, dulapuri, carcase, la care este permis numai accesul persoanelor de exploatare.

Încăperile din categoria EE se amplasează și se construiesc astfel încât un eventual incendiu la echipamentele electrice să nu afecteze încăperile învecinate sau alte echipamente electrice. Se evită amplasarea lor lângă încăperile din categoria A, B sau C de pericol de incendiu sau din categoria PC de mediu. Se interzice traversarea încăperilor din categoria EE cu conducte pentru fluide de orice natură, cu excepția conductelor de încălzire sau de ventilare care deservesc încăperile respective.

7.17.2. Aparate de comutație pentru instalații electrice de lumină, prize și sonerii

Întrerupătoarele și comutatoarele din circuitele electrice pentru alimentarea lămpilor se aleg pentru un curent nominal de minimum 10 A.

Prizele dintr-o instalație electrică utilizate pentru diferite tensiuni, intensități de curent sau scopuri trebuie să fie distincte ca formă, să aibă culori diferite și să fie marcate distinct, în mod vizibil.

În încăperile cu pardoseală conducătoare electric (mozaic, ciment, gresie), ca și în încăperile din categoria PC este obligatorie folosirea prizelor cu contact de protecție.

În încăperile din spitale cu bolnavi mintali, ca și a celor din casele de copii prizele trebuie să fie de tip special (de exemplu, cu obturator).

Se interzice instalarea prizelor în depozite de materiale combustibile.

Întrerupătoarele și comutatoarele se montează numai pe conductoarele de fază în circuitul de iluminat.

Butonul de sonerie din locuințe se montează direct pe conductorul de fază al circuitului de sonerie sau pe primarul transformatorului de sonerie, butonul fiind de tip corespunzător tensiunii de 220 V.

Întrerupătoarele și comutatoarele se montează la înălțimea de 0,6 - 1,5 m, măsurată de la axul aparatului până la nivelul pardoselei finite.

Prizele se montează pe pereți la următoarele înălțimi, măsurate de la axul aparatului până la nivelul pardoselei finite:

- peste 2,0 m la școli, în clase;
- peste 1,5 m în camerele de copii din creșe, grădinițe, cămine, spitale de copii;
- peste 0,1 m în alte încăperi, indiferent de natura pardoselii.

La montarea aparatelor de comutație pe verticală unele sub altele, ordinea de montare începând de sus în jos, trebuie să fie următoarea: întrerupător, comutator sau buton de lumină, buton de sonerie, prize de curenți tari, priză de curenți slabi (telefon, antenă).

Întrerupătoarele, comutatoarele și prizele fără contact de protecție în carcasă metalică nelegată la pământ sau la nul se instalează față de elemente metalice în legătură cu pământul la o distanță de cel puțin:

- 1,25 m în încăperi periculoase sau foarte periculoase la electrocutare și în încăperi de producție sau de lucru (de exemplu, laboratoare, spitale, spălătorii mari, frizerii);
- 0,8 m în alte tipuri de încăperi.

Întrerupătoarele, comutatoarele, prizele din încăperi pentru băi, grupuri sanitare, bucătării se instalează respectându-se următoarele prevederi:

a) În încăperile în care sunt instalate numai lavoare și în grupuri sanitare fără dușuri (categoria U_1 de mediu) pot fi instalate:

- întrerupătoare, cu condiția ca acestea să fie instalate față de elementele în legătură cu pământul la o distanță de cel puțin 1,25 m în încăperile periculoase sau foarte periculoase la electrocutare și în încăperi de producție sau de lucru (de exemplu, laboratoare, spitale, spălătorii) și de 0,8 m în alte tipuri de încăperi;
- prize, cu condiția ca alimentarea lor să se facă prin transformator de separație individual, înglobat în corpul prizei.

b) În încăperile pentru băi și în spălătoriile de utilizare familială (categoria U_2 de mediu) se interzice montarea întrerupătoarelor și prizelor. Fac excepție prizele alimentate prin transformator de separație individual, înglobat în corpul prizei.

c) În încăperile de dușuri individuale sau colective și în băile și spălătoriile colective (categoria U_3 mediu) se interzice montarea întrerupătoarelor și prizelor.

d) În încăperile pentru băi și dușuri se admite montarea butoanelor de sonerie, cu condiția ca tensiunea de alimentare a soneriei să fie de maximum 8 V, acționarea butonului soneriei să se facă prin șnur din material electroizolant și

butonul soneriei să se monteze la înălțimea de minimum 2,2 m, măsurată de la fundul căzii de baie sau de la duș.

e) În bucătăriile de toate tipurile (categoria U_1 sau U_2 de mediu) se admite montarea întrerupătoarelor și a prizelor cu contact de protecție în carcasă din material electroizolant.

f) Se interzice montarea duzelor în încăperile pentru grupuri sanitare cu dușuri, în încăperile pentru dușuri, în băi, în spălătorii și în bucătăriile mari. Nu se admite trecerea prin aceste încăperi a circuitelor electrice care servesc pentru alimentarea altor receptoare din alte încăperi.

g) În băi se admite în mod excepțional montarea corpurilor de iluminat deasupra lavoarelor, la înălțimea de 1,8 m de la pardoseală până la partea inferioară a corpurilor de iluminat, dacă acestea sunt în carcasă din material electroizolant și nu au alte părți metalice exterioare accesibile.

7.18. INSTALAȚII ELECTRICE PENTRU ILUMINATUL DE SIGURANȚĂ

7.18.1. Condiții de alimentare și funcționare

În funcție de condițiile de alimentare de rezervă cu energie electrică, iluminatul de siguranță este de mai multe tipuri, și anume:

Tipul 1. Alimentarea de rezervă cu energie electrică este asigurată dintr-o sursă de intervenție, care poate fi o baterie de acumulatoare cu funcționare tampon sau un grup electrogen în rotație permanentă. În acest caz, lămpile iluminatului de siguranță sunt în funcțiune pe toată perioada în care în încăperi sau pe căile de evacuare sunt prezente persoane.

Tipul 2. Alimentarea cu energie electrică se asigură de una din următoarele surse:

- baterie centrală de acumulatoare;
- grup electrogen cu pornire automată;
- din rețeaua furnizorului, dintr-un punct și pe o cale diferită de cea a iluminatului normal. Durata de comutare admisă pentru conectarea iluminatului de siguranță este între 2 și 15 secunde.

Tipul 3. Este tipul la care alimentarea cu energie electrică trebuie să fie asigurată din:

- transformator sau branșament diferite de cele care alimentează iluminatul normal;
- baterie locală de acumulatoare.

Durata de comutare pentru conectarea iluminatului de siguranță este de cel mult un minut.

Tipul 4. Este tipul în care alimentarea cu energie electrică a iluminatul de siguranță se poate face din coloana tabloului principal de forță al clădirii respective, cu racordarea înaintea întrerupătorului general sau înaintea siguranțelor generale. Durata de conectare pentru iluminatul de siguranță nu se normează.

Circuitele iluminatului de siguranță de tipul 1, 2 și 3 se execută pe trasee diferite de cele ale iluminatului normal sau la distanța de cel puțin 10 cm față de traseele acestora.

Se admit trasee comune în cazul când circuitele respective sunt executate îngropat, dacă circuitele se execută în cabluri electrice armate, sau sunt protejate în tuburi metalice. Tabloul de distribuție pentru iluminatul de siguranță de tipul 1 sau 2 se prevede distinct de tabloul iluminatului normal și se montează într-o încăpere diferită de aceea în care este instalat tabloul pentru iluminatul normal. În cazul iluminatului de siguranță de tipul 3 sau 4 nu se impune tablou separat.

În tabloul comun se prevăd pentru iluminatul de siguranță elemente de comandă și de protecție separate și marcate distinct.

7.18.2. Ilumintul de siguranță pentru continuarea lucrului

Ilumintul de siguranță pentru continuarea lucrului se prevede în următoarele cazuri:

a) la locuri de muncă cu receptoare de categoria 0 și 1;

b) în încăperile blocului-operator (sală de operație, de sterilizare, de pregătire medici și bolnavi, de reanimare);

c) în încăperile industriale, laboratoare și alte încăperi în care utilajele necesită o supraveghere permanentă.

Iluminatul de siguranță pentru continuarea lucrului de tipul 2 se prevede, în cazurile arătate la punctele *a* și *b* și de tipul 3 în cazul *c*. Capacitatea bateriilor de acumulatoare menționate la punctele *a* și *c* se stabilește astfel încât să se asigure funcționarea iluminatului de siguranță în vederea continuării lucrului pe o perioadă de timp determinată fără pericol, a efectuării unor manevre necesare opririi activității și evacuării personalului. În cazurile de la punctul *b*, capacitatea bateriilor de acumulatoare se prevede astfel încât să asigure funcționarea tuturor lămpilor timp de cel puțin trei ore.

7.18.3. Iluminatul de siguranță pentru intervenții

Iluminatul de siguranță pentru intervenții se prevede în următoarele cazuri:

a) la locurile unde sunt montate vane, robinete și dispozitive de comandă-control ale unor utilaje care trebuie acționate în caz de incendiu, precum și în încăperea centrală de semnalizare a incendiilor;

b) în zonele în care, la ieșirea din funcțiune a iluminatului normal, trebuie acționat în vederea scoaterii din funcțiune a unor utilaje sau echipamente, în scopul protejării lor și a personalului de exploatare.

Capacitatea bateriilor de acumulatoare pentru cazurile de la punctul *a* se dimensionează astfel încât să asigure funcționarea tuturor lămpilor timp de cel puțin o oră, iar în cazurile de la punctul *b* se dimensionează conform prevederilor precizate la punctul *c* de la 7.18.2.

7.18.4. Iluminatul de siguranță pentru evacuare

Iluminatul de siguranță pentru evacuare se prevede în funcție de destinația clădirilor sau încăperilor și de capacitatea lor (numărul de locuri sau de persoane care se pot găsi simultan în ele), cum ar fi teatrele, cinematografele, sălile de spectacole, magazinele, clădirile de expoziții, clădirile cu săli de sport cu public etc.

Capacitatea bateriilor pentru alimentarea iluminatului de siguranță pentru evacuare se alege astfel încât acestea să asigure funcționarea continuă a tuturor lămpilor timp de cel puțin o oră.

7.18.5. Iluminatul de siguranță pentru circulație

Iluminatul de siguranță pentru circulație se prevede pe căile de circulație din interiorul sălilor de spectacol și pe căile de circulație din încăperile de producție, din clădirile industriale și similare.

Iluminatl de siguranță pentru circulație se alimentează din instalația electrică a iluminatului de siguranță pentru evacuare din clădirea respectivă.

Corpurile de iluminat ale iluminatului de siguranță pentru circulație se amplasează în locurile necesare distingerii unor obstacole de pe căile de circulație, atunci când lipsește iluminatul normal și unde iluminatul de evacuare nu este suficient.

7.18.6. Iluminatul de siguranță contra panicii

Se prevede în sălile cu o capacitate mai mare de 400 de locuri și se alimentează din instalația electrică de evacuare din clădirea respectivă.

Se prevede cu comandă automată de punere în funcțiune după căderea iluminatului normal. Poate fi pus în funcțiune și manual, prin comenzi din mai multe locuri accesibile personalului de serviciu, iar scoaterea lui din funcțiune se poate face dintr-un singur punct, accesibil numai personalului însărcinat cu aceasta.

7.18.7. Iluminatul de siguranță de veghe

Se montează în încăperi în care este necesară o supraveghere în timpul nopții. Se alimentează cu energie electrică din instalația electrică pentru iluminatul de siguranță din clădirea respectivă.

7.19. INSTALAȚIA DE CONDENSATOARE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA FACTORULUI DE PUTERE

În instalațiile de condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere se utilizează condensatoare cu pierderi cât mai mici în dielectric, iar valoarea puterii optime a condensatoarelor și modul de realizare a compensării se stabilesc pe baza unei analize tehnico-economice.

Compensarea energiei reactive se face:

- centralizat sau semicentralizat, prin montarea bateriilor de condensatoare la tablourile generale sau la tablourile de distribuție ale grupurilor de receptoare;
- local, la bornele receptoarelor;
- mixt (centralizat + local).

La consumatorii cu regim deformant, bateriile de condensatoare se amplasează în punctele unde coeficientul de distorsiune și nivelul armonicelor nu depășesc valorile prevăzute în Normativul PE143.

În cazul compensării centralizate se prevăd baterii comutabile, fracționabile în trepte de putere. Compensarea individuală a energiei reactive se prevede pentru receptoare inductive cu consum mare de putere reactivă și cu funcționare continuă, ca și în cazul receptoarelor de puteri foarte mici.

Condensatoarele unitare, ca și bateriile de condensatoare se aleg astfel încât să suporte în funcționare continuă un curent de maxim 1,3 ori curentul nominal și o tensiune de maximum 1,9 ori tensiunea nominală a rețelei.

Conductoarele pentru alimentarea bateriilor de condensatoare se dimensionează pentru un curent egal cu 1,4 ori curentul normal al bateriei.

Instalațiile de condensatoare se protejează prin siguranțe fuzibile sau întrerupătoare automate, prevăzute cu relee termice și electromagnetice; fac excepție bateriile de condensatoare montate direct la bornele motoarelor și conectate la rețea odată cu motoarele.

Bateriile de condensatoare se prevăd cu dispozitive de descărcare automată sau manuală, alese astfel încât, după cel mult un minut de la deconectarea bateriei, tensiunea la bornele ei să scadă sub 42 V. Bateriile de condensatoare comutabile se prevăd cu dispozitive de descărcare automată; fac excepție cele montate direct la bornele receptoarelor.

Bateriile de condensatoare se montează în încăperi separate sau în dulapuri speciale, astfel încât să fie ferite de apă, praf, agenți corosivi, căldură, pericol de incendiu.

7.20. INSTALAȚIILE ELECTRICE DIN ÎNCĂPERILE PENTRU BATERII STABILE DE ACUMULATOARE

Stațiile de baterii stabile de acumulatoare se prevăd cu următoarele încăperi distincte:

- încăperea bateriilor de acumulatoare;
- încăperea depozitului de electrolit, apă distilată și materiale de rezervă;
- încăperea tampon;
- încăperea pentru tabloul electric și echipamentele de încărcare (redresoare, convertizoare).

Stația de acumulatoare nu se prevede cu încăpere tampon dacă accesul în camera acumulatoarelor se face direct din exterior.

Bateriile de acumulatoare de maximum 72 Ah și maximum 24 V nu necesită încăperi speciale. Ele se pot amplasa în încăperi uscate, într-un dulap sau într-o nișă, prevăzute cu ventilație.

În încăperea acumulatoarelor se interzice instalarea de aparate care pot produce arcuri electrice (întrerupătoare, prize). Corpurile de iluminat din încăperea acumulatoarelor trebuie protejate contra coroziunii. Ele se amplasează la o distanță de cel puțin un metru de la fața plată a acumulatoarelor și pe cât posibil deasupra căilor de acces dintre șirurile de acumulatoare. Conexiunile electrice la bateriile de acumulatoare se realizează cu bare neizolate sau cu conductoare izolate cu materiale rezistente la umiditate și electrolit.

Barele neizolate se protejează prin vopsire cu lac rezistent la electrolit sau prin ungere cu vaselină. Legăturile electrice se execută prin sudură.

7.21. INSTALAȚIILE ELECTRICE PENTRU ALIMENTAREA POMPELOR ȘI ROBINETELOR DE INCENDIU

Alimentarea cu energie electrică a tabloului de distribuție al stației pompelor de incendiu se realizează astfel:

* Pe o singură cale de alimentare racordată la un post de transformare, la rețeaua de joasă tensiune a furnizorului sau la tabloul general de distribuție al unei clădiri, dacă acestea sunt amplasate astfel încât funcționarea lor să nu fie periclitată în caz de incendiu în clădirea respectivă.

* Pe două căi de alimentare independente, dintre care una racordată în condițiile de mai sus, iar cea de-a doua, la o sursă de intervenție, cu intrare automată în funcțiune. Se prevăd obligatoriu cu o astfel de alimentare cu energie electrică tablourile de distribuție ale pompelor și robinetelor de incendiu la:

- clădirile înalte;
- teatrele având capacitatea peste 600 de locuri;
- spitale;
- studiourile RTV;
- combinatele chimice și petrochimice;
- rafinăriile cu o capacitate de prelucrare de peste un milion tone anual;
- centralele electrice, inclusiv cele hidroelectrice subterane, cu puteri instalate peste 100 MW/unitate.

În toate cazurile în care se prevăd pompe de incendiu de rezervă trebuie să se asigure trecerea automată de pe electropompa activă, la căderea acesteia, pe cea de rezervă. Căile de alimentare ale tabloului de distribuție al stației pompelor și robinetelor de incendiu se amplasează pe trasee ferite de pericol de incendiu.

În cazul în care se prevăd două căi de alimentare, acestea se dispun pe trasee separate, astfel încât avarierea unei căi să nu poată provoca întreruperea alimentării cu energie de la cealaltă.

Dacă traseul uneia din căile de alimentare este subteran, traseul celei de-a doua căi se execută aerian.

Coloanele tabloului de distribuție al stației pompelor de incendiu și al robinetelor de incendiu se racordează înaintea întrerupătorului general sau siguranțelor generale ale tabloului sau cofretului din care se alimentează.

Întrerupătorul de pe coloana care alimentează tabloul stației pompelor și al robinetelor de incendiu se prevede cu blocaj care să nu permită întreruperea alimentării decât prin ruperea sigiliului de siguranță.

Se prevede comanda automată a pompelor și a robinetelor de incendiu în următoarele cazuri:

- când nu există personal calificat pentru punerea lor în funcțiune;

- pentru instalații speciale de stingere a incendiului cu apă pulverizată.

Comanda manuală a pompelor și robinetelor de incendiu se face prin butoane de pornire amplasate în încăperea pompelor de incendiu sau în diferite alte puncte de comandă. Oprirea pompelor se va putea face numai din stația pompelor de incendiu.

Schema de comandă a pompei de rezervă trebuie astfel concepută încât aceasta să intre automat în funcțiune în următoarele situații:

- la dispariția tensiunii de alimentare a pompei în funcțiune;

- la oprirea pompei în funcțiune din cauza unui defect;

- atunci când pompa în funcțiune nu asigură parametrii ceruți (debit; presiune).

7.22. MATERIALE FOLOSITE PENTRU CONDUCTOARELE ELECTRICE

În instalațiile electrice interioare se utilizează conducte, cabluri sau bare din cupru sau din aluminiu izolate. Izolația acestora poate fi din cauciuc, pvc sau din material rezistent la temperaturi ridicate. Alegerea materialului se face pe baza unei fundamentări tehnico-economice. Este obligatorie folosirea conductoarelor și barelor din cupru în următoarele situații:

- la instalațiile din sălile grupului operator, de supraveghere, de reanimare și de tratament ale spitalelor și clinicilor chirurgicale;

- la clădirile care adăpostesc procese tehnologice ale producției de energie electrică;

- în încăperile, zonele sau spațiile din exterior cu mediu coroziv, în cazul când stabilitatea chimică a aluminiului sau oțelului nu este corespunzătoare;

- la instalațiile de pe utilajele supuse la șocuri și vibrații permanente;

- la instalațiile de protecție prin legare la nul sau la pământ;

- la circuitele de comandă, automatizare, măsură, control, protecție și semnalizare;

- la circuitele electrice de alimentare a unor receptoare prevăzute numai cu comandă locală (de exemplu, vane, ventile, clopote).

- la instalațiile de iluminat de siguranță.

La alte instalații decât cele precizate mai sus se pot folosi conductoare și bare din cupru sau din aluminiu.

8. MĂSURI DE SECURITATE A MUNCII

La instalațiile electrice curentul și tensiunea prezintă pericol de electrocutare. În cazul unei electrocutări, curentul electric poate avea o acțiune directă asupra inimii, asupra sistemului nervos sau concomitent asupra inimii și a sistemului nervos. Electrocutarea poate fi mortală dacă:

- inima se găsește în circuitul electric, iar curentul electric care s-a stabilit are o valoare mai mare de 50 mA, în c.c.;
- durata de acțiune a curentului este mai mare de 0,2 sec.

Pericolul de electrocutare depinde de mai mulți factori, și anume:

- valoarea curentului care s-a stabilit prin corp;
- traseul curentului prin corp;
- durata acțiunii curentului asupra corpului uman;
- atenția omului în momentul atingerii;
- starea fizică a persoanei electrocutate;
- frecvența curentului.

Valoarea curentului stabilit prin corpul uman este factorul cel mai important de care depinde direct intensitatea șocului electric.

Electrocutările pot avea loc în cazul în care omul atinge concomitent două elemente bune conducătoare de electricitate, între care există o diferență de potențial, de exemplu: atingerea a două conductoare electrice neizolate, atingerea unui conductor într-o porțiune neizolată de către omul care stă pe pământ, atingerea carcasei unui utilaj, care a intrat sub tensiune datorită deteriorării izolației, concomitent cu atingerea unor elemente metalice în contact cu pământul, atingerea cu picioarele a două puncte de pe sol aflate la potențiale diferite.

Condițiile de accidentare prin electrocutare pot fi împărțite în următoarele trei categorii:

- atingere directă;
- atingere indirectă;
- atingere simultană a două puncte de pe sol aflate la potențiale diferite (tensiunea de pas).

8.1. ATINGERI DIRECTE

Atingerile directe pot avea loc în două moduri:

- atingerea concomitentă a două elemente între care există o diferență de

tensiune;

- atingerea unui singur element care are un potențial față de pământ, iar persoana în cauză nu este izolată față de pământ.

În primul caz, tensiunea la care este supus omul este tensiunea de lucru a rețelei respective. În al doilea caz, tensiunea la care este supus omul este tensiunea față de pământ la locul accidentului, care este în funcție de tipul rețelei respective.

Din acest punct de vedere se deosebesc:

- rețele care au un punct legat voit la pământ, datorită condițiilor de exploatare, numite rețele legate la pământ;

- rețele care nu au puncte voit legate la pământ, numite rețele izolate față de pământ.

Majoritatea utilajelor electrice sunt alimentate din rețele trifazate legate direct la pământ.

Aceste rețele funcționează cu punctul neutru al sursei de alimentare (transformator sau generator) legat la pământ prin instalația de legare la pământ de exploatare.

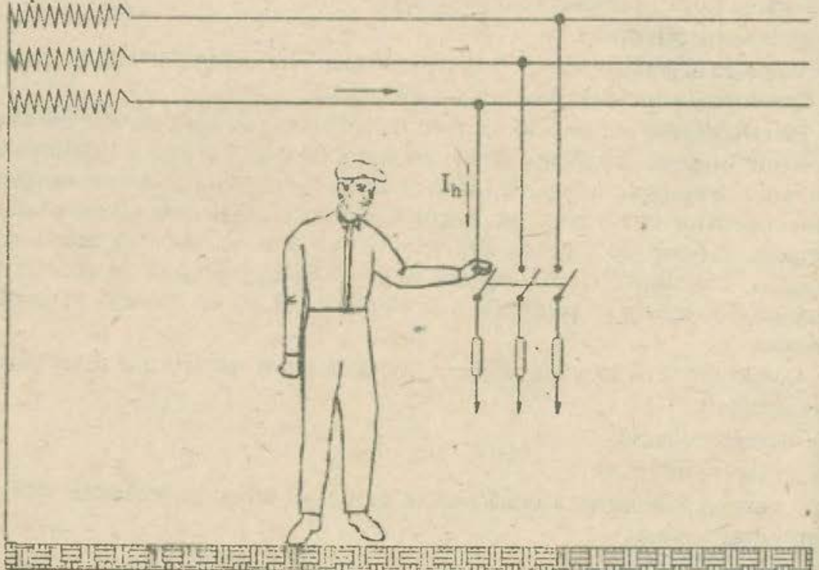


Fig. 37 Atingerea unui element sub tensiune

În figura 37 se prezintă atingerea unui element bun conducător de curent, într-o rețea trifazată legată la pământ. Curentul se scurge prin om, prin pământ și prin instalația de legare la pământ de exploatare a sursei de alimentare, a cărei rezistență se notează cu *Ro*. Omul este supus la tensiunea rețelei față de pământ, iar valoarea curentului care se stabilește prin om este:

$$I_h = \frac{U_f}{R_h + R_o},$$

unde:

U_f este tensiunea rețelei față de pământ, în V;

R_h - rezistența corpului uman, în Ω;

R_o - rezistența instalației de legare la pământ de exploatare a rețelei, în Ω.

Rezistența R_o se neglijează, fiind de ordinul ohmilor, în timp ce rezistența corpului omenesc R_h se consideră 1000 Ω.

Dacă U_f = 220 V, curentul care se stabilește prin corpul uman este $I_h = \frac{220}{1000} = 0{,}220$ A, ceea ce depășește valoarea limită a curentului care produce moartea accidentatului 0,05 A (50 mA).

Dacă în timpul atingerii directe a unei faze, o altă fază a rețelei are izolația față de pământ deteriorată, circuitul curentului se închide între două faze. În acest caz tensiunea la care este supus omul ajunge egală cu tensiunea între faze (U) (vezi figura 38).

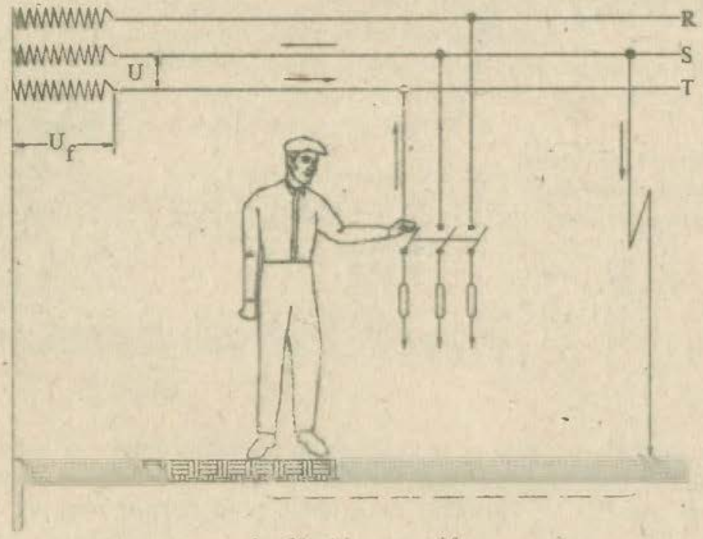


Fig. 38 - Atingerea unei faze

În toate cazurile de atingere a unui singur element aflat sub tensiune pericolul poate fi redus complet, dacă omul este izolat față de pământ sau față de elementul sub tensiune al rețelei.

Prin intermediul unui izolant se adaugă o rezistență R_d în circuitul curentului care se stabilește prin om, putându-se limita acest curent la valori nepericuloase.

$$I_h = \frac{U_f}{R_h + R_d}$$

Dacă se consideră că limita nepericuloasă a curentului este de 10 mA, rezultă că un dielectric cu o rezistență $R_d > \frac{U_f}{0{,}01} - R_h$ este suficient pentru a evita accidentul.

În cazul tensiunii de 220 V față de pământ, R_d trebuie să fie mai mare decât 21000 Ω.

De aici rezultă marea importanță pe care o are folosirea mijloacelor individuale de protecție în exploatarea instalațiilor electrice.

Cazul cel mai grav îl constituie atingerea simultană a două faze, când omul este supus la tensiunea U între faze. Acest accident are loc de cele mai multe ori atunci când porțiunile neizolate se află la distanță mică între ele sau atunci când electricianul constată prezența tensiunii cu ajutorul degetelor, "metodă" care trebuie evitată.

În figura 39 este reprezentat cazul atingerii unui conductor neizolat din circuitul de lucru al unui transformator de sudură.

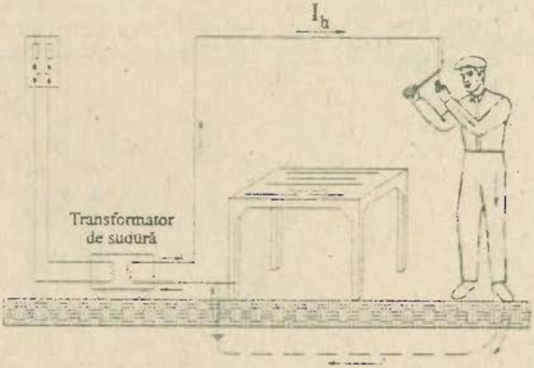


Fig. 39. Atingerea unei porțiuni dezizolate a unui conductor dintr-o rețea monofilară legată la pământ

Dacă nu se folosesc mijloace individuale de protecție, omul este supus la tensiunea dintre faze. Deși tensiunea de mers în gol a transformatoarelor de sudură este sub 70 V, curentul care trece prin corpul omului este $I_h = \frac{U}{R_h} = \frac{70}{1000} = 0{,}07$A.

Valoarea de 70 mA este mortală.

Ca urmare, în special la înlocuirea electrozilor trebuie luate măsuri de protecție.

În cazul rețelelor izolate față de pământ, curentul se închide prin om și prin rezistența de izolare față de pământ a întregii rețele.

Într-o rețea trifazată care funcționează cu punctul neutru izolat față de pământ, dacă sarcinile sunt echilibrate pe cele trei faze, diferența de potențial între punctul neutru și pământ este egală cu zero.

În cazul în care un om atinge un element conducător de curent al rețelei, rețeaua se dezechilibrează și punctul neutru capătă un potențial U_0 față de pământ (figura 40).

Și în această situație a rețelelor cu punctul neutru izolat pot apărea cazuri de electrocutare.

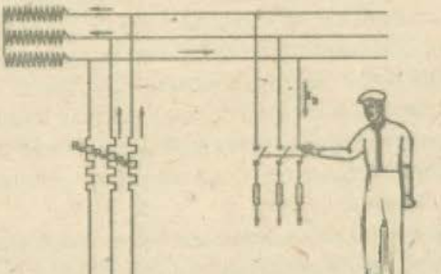
La rețelele izolate față de pământ, curentul care trece prin corpul omului la atingerea unui element conducător poate fi limitat la valori nepericuloase, dacă rezistența față de pământ a izolației este menținută la o valoare corespunzătoare.

Datorită avantajelor pe care le prezintă rețelele izolate față de pământ în comparație cu cele legate la pământ, este indicat ca cele dintâi să fie folosite acolo unde pericolul de electrocutare este mare.

Astfel, la exploatările miniere în subteran, unde condițiile de deservire a utilajelor sunt deosebit de grele (umiditate, căldură excesivă), este obligatorie folosirea rețelelor cu punctul neutru izolat față de pământ.

De asemenea, utilajele electrice portative trebuie să fie alimentate din rețele izolate față de pământ, folosindu-se în acest scop transformatoare de separație care au secundarul izolat sigur față de pământ.

Fig. 40. Atingerea unui conductor într-o porțiune dezizolată dintr-o rețea izolată față de pământ



8.2. ATINGERI INDIRECTE

Tensiunea la care este supus omul în cazul unei atingeri indirecte se numește tensiune de atingere. Într-o rețea legată la pământ, la atingerea carcasei unui

echipament electric aflat sub tensiune, datorită unei izolații necorespunzătoare, omul este supus la tensiunea față de pământ a rețelei (în funcție de gradul de neizolare a carcasei). În cazul unei puneri nete la pământ, curentul care se închide prin om este $I_h = \frac{U_f}{R_h}$, adică are aceeași valoare ca și în cazul atingerilor directe.

Într-o rețea izolată față de pământ, în cazul unui defect al izolației carcasei aflată în contact cu pământul, curentul de defect este limitat de izolația celorlalte faze ale rețelei, ceea ce constituie un avantaj.

Practic, pericolul de electrocutare prin atingere indirectă într- o rețea izolată fața de pământ este mare în cazul în care există două defecte ale izolației față de pământ a două utilaje diferite, pe faze diferite ale rețelei, adică în cazul unei puneri la pământ bifazate.

8.3. TENSIUNEA DE PAS

În cazul scurgerii unui curent în pământ fie printr-o instalație de legare la pământ, fie prin căderea pe pământ a unui conductor rupt aflat sub tensiune, solul opune o rezistență trecerii acestui curent.

În apropierea locului de scurgere a curentului rezistența solului este mare, deoarece curentul trece printr-o suprafață relativ mică. Pe măsura depărtării de acest punct rezistența devine practic egală cu zero. Regiunea în care densitatea de curent se anulează se numește zonă de potențial nul. Rezistența pe care o opune solul la trecerea curentului care se scurge în pământ este cuprinsă între punctul de intrare a curentului și zona de potențial nul. Punctele de pe suprafața solului cuprinse în acest interval au potențiale diferite.

Dacă un om atinge cu picioarele două puncte de potențiale diferite, el va fi supus la diferența dintre cele două potențiale. Această diferență dintre potențiale se numește tensiune de pas.

Cu cât lungimea pasului este mai mare, cu atât tensiunea de pas va fi mai mare, deoarece diferența de potențial este mai mare.

Datorită acestui fapt se recomandă apropierea cu pași foarte mici de un conductor căzut la pământ. Animalele mari cad deseori victimă tensiunii de pas deoarece au o distanța mare între picioarele din față și cele din spate, fiind supuse unei diferențe de potențial mare.

8.4. MIJLOACE DE BAZĂ PENTRU EVITAREA ACCIDENTELOR

Cea mai eficientă metodă de protecție contra electrocutărilor este scoaterea de sub tensiune a instalației electrice la care se lucrează ori de câte ori această măsură este posibilă.

În cazul când deconectarea nu este posibilă, se va acționa astfel:

A. Pentru evitarea accidentelor prin atingere directă:

- folosirea unei tensiuni de alimentare reduse;
- folosirea unor mijloace de protecție individuală;
- folosirea unor pardoseli din materiale electroizolante;
- executarea instalațiilor și a echipamentelor electrice astfel încât elementele bune conducătoare de electricitate, care fac parte din circuitele curenților de lucru, să fie inaccesibile atingerii întâmplătoare, iar producerea unor arcuri electrice să nu poată provoca arsuri;
- organizarea lucrului și eșalonarea operațiilor astfel încât munca să se desfășoare fără nici un pericol de accidentare.

B. Pentru evitarea accidentelor prin atingere indirectă:

- folosirea unor tensiuni de alimentare redusă;
- legarea la pământ;
- legarea la nul;
- izolarea suplimentară de protecție;
- separarea de protecție;
- deconectarea automată de protecție la apariția unor tensiuni de atingere periculoase;
- deconectarea automată de protecție la apariția unor scurgeri de curent periculoase;
- egalizarea potențialelor.

Dintre mijloacele destinate a evita accidentele prin atigere indirectă, cea mai mare importanță o are protecția prin legare la pământ și la nul. Instalațiile de legare la pământ și la nul trebuie să asigure protecția prin dirijarea curenților de defect pe căi impuse, pentru a fi evitată apariția unor tensiuni de atingere periculoase. În timp ce instalația de legare la pământ dirijează curenții de defect prin pământ, instalația de legare la nul dirijează curenții de defect printr-o rețea de protecție legată direct cu punctul de nul al rețelei.

În principal, se urmărește ca instalația de legare la pământ să asigure o tensiune de atingere sub limita admisă.

8.5. PROTECȚIA PRIN LEGAREA LA PĂMÂNT

Se realizează prin conectarea părților metalice ale instalațiilor electrice care trebuie protejate împotriva tensiunilor de atingere la elemente metalice introduse în pământ (prize de pământ).

Această protecție este considerată ca fiind cea mai eficientă metodă de evitare a pericolului de electrocutare. Ea este o protecție simplă și care, în majoritatea cazurilor, constituie și soluția cea mai economică.

În cazul în care o parte a corpului unei persoane atinge carcasa metalică a unui receptor intrat accidental sub tensiune, fără ca aceasta (carcasa) să fie legată la pământ, prin corpul persoanei respective se închide circuitul curentului electric a cărui valoare este dată de relația:

$$I_h = \frac{U_f}{R_h + r_1 + r_2 + r_3},$$

în care:

U_f - tensiunea monofazată a rețelei (220 V);

I_h este curentul care trece prin corpul omului care atinge receptorul defect și izolat față de pământ;

R_h - rezistența corpului uman (1000 Ω);

r_1 - rezistența instalației de exploatare pentru legare la pământ ;

r_2 - rezistența conductorului de fază defectă;

r_3 - rezistența izolației deteriorate.

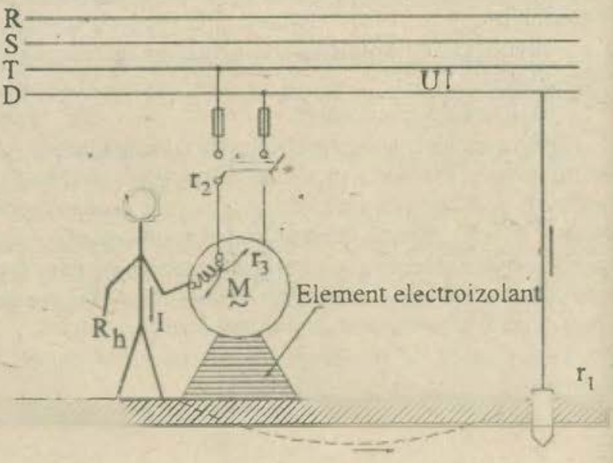


Fig. 41 - Schema de principiu în cazul lipsei protecției (prin nelegarea la pământ sau la nul a carcasei electromotorului)

Valorile rezistențelor r_1, r_2 și r_3 fiind neglijabile în raport cu valoarea rezistenței R_h, valoarea curentului

care se stabilește prin corpul omenesc este:

$I_h = \frac{220}{1000} = 0{,}220$ A, curent ce produce moartea accidentatului.

Pentru evitarea ecestei situații este obligatorie legarea la pământ a carcasei tuturor receptoarelor.

Pentru ca protecția prin legare la pământ să-și atingă scopul este necesar să se realizeze prize de pământ cu rezistențe cât mai mici, prin care să se scurgă curenți cât mai mari, care să conducă la acționarea protecției (arderea siguranțelor) și deci la întreruperea alimentării cu energie electrică a receptoarelor respective.

O priză de pământ este bună dacă asigură tensiuni nepericuloase. Rezistența prizei nu trebuie să depășească următoarele limite:

- 4 Ω în cazul instalațiilor obișnuite de la suprafață;
- 2 Ω în cazul instalațiilor agrozootehnice;
- 1 Ω în cazul instalațiilor din subteran.

Protecția prin legarea la pământ poate constitui un mijloc principal de protecție atât pentru utilajele și receptoarele fixe, cât și pentru cele mobile.

Poate constitui, de asemenea, un mijloc suplimentar de protecție, în cazul în care se realizează ca protecție principală, protecția prin legarea la nul.

8.6. PROTECȚIA PRIN LEGAREA LA NUL

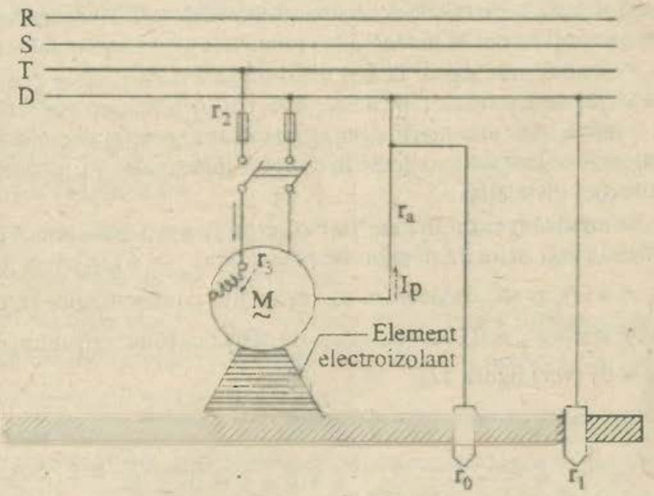


Fig. 42 - Protecția prin legare la nul a carcasei electromotorului

Protecția prin legarea la nul se realizează prin legarea părților metalice ale receptoarelor electrice care pot fi puse accidental sub tensiune la conductorul de nul al instalației de alimentare a receptoarelor respective.

Protecția prin legarea la nul poate fi aplicată numai în rețelele care au punctul neutru al sursei de alimentate legat direct la o instalație de legare la pământ de exploatare. În instalațiile alimentate de la aceeași sursă este interzis să se folosească pentru o parte din instalație protecția prin legarea la nul, iar pentru o altă parte protecția prin legarea la pământ.

Cu alte cuvinte, într-o rețea în care este aplicată într-un loc ptrotecția prin legarea la nul nu se pot executa legături de protecție la alte instalații de legare la pământ decât acelea la care se leagă rețeaua de nul de protecție.

Legarea carcasei echipamentelor electrice numai la conductorul de nul, fără alte măsuri suplimentare, nu prezintă o protecție sigură, iar, uneori, poate constitui chiar sursa de apariție a unor tensiuni periculoase pe carcasele echipamentelor electrice.

Legarea la nulul de protecție poate asigura o protecție foarte bună impotriva atingerilor indirecte, dacă se respectă următoarele condiții:

- deconectarea rapidă (0,2 sec.) și selectivă a echipamentelor electrice la care s-a stabilit un curent de defect;

- legarea anumitor puncte ale rețelei de nul la instalația de legare la pământ pentru evitarea pericolelor ce s-ar ivi în cazul unor întreruperi în rețeaua de nul de protecție;

- de la ultimul tablou de distribuție în sensul transportului de energie electrică la care borna sau bara de nul este racordată direct și la o instalație de legare la pământ până la carcasele echipamentelor electrice, alimentate de la acest tablou, conductorul de nul de protecție nu poate fi folosit drept conductor de nul de lucru.

Protecția prin legare la nul prezintă față de protecția prin legare la pământ avantajul de a produce, în caz de defect al izolației, un curent de scurgere la nul de o intensitate mai mare, ceea ce are drept rezultat deconectarea de la rețea a porțiunii de instalație defectă în condiții mai sigure (prin intrarea în funcțiune a protecției instalației).

Să analizăm cazul în care într-o rețea de joasă tensiune 3 x 380/220 V există realizată atât priza de pământ de protecție ($r_o = 4\ \Omega$), cât și priza de exploatare ($r_1 = 4\ \Omega$), și să considerăm că rezistența conductorului rețelei are o valoare foarte mică ($r_2 = 0$), iar rezistența de defect ca fiind o străpungere netă a izolației ($r_3 = 0$) (vezi figura 42).

În acesată situație valoarea curentului de punere la pământ este:

$$I_p = \frac{U}{r_0 + r_1 + r_2 + r_3} = \frac{220}{4 + 4 + 0 + 0} = \frac{220}{8} = 27,5\ \text{A}.$$

Pentru a asigura separația instalației defecte de restul instalației, curentul de punere la pământ trebuie să aibă o valoare suficient de mare, care să conducă la acționarea protecției (topirea siguranțelor) de pe circuitul respectiv.

Să considerăm că circuitul respectiv este protejat cu siguranțe de 10 A. Curentul de topire a siguranței (de punere la pământ) se determină cu relația:

$I_p = K \cdot I_{ns}$, în care:

I_p este curentul de punere la pământ;

I_{ns} - curentul nominal al fuzibilului:

K - 3,5 pentru $I_{ns} < 50\,A$;

5 *pentru* $I_{ns} > 50$ A.

În exemplul luat $I_p = 3{,}5 \cdot 10 = 35$ A.

Rezultă că siguranța nu se va topi prin scurgerea curentului de defect, care în cazul considerat este de numai 27,5 A.

În situația în care la apariția defectului de izolație circuitul nu se separă de restul instalației, deoarece curentul de defect este mai mic decât curentul de topire a siguranței, pe carcasa metalică a receptorului protejat prin legarea la pământ va rămâne o tensiune care depășește limita tensiunilor periculoase. Pentru a evita această situație se îmbunătățește priza de pământ reducându-se rezistența acesteia sau se trece și la legarea la nul.

Protecția prin legarea la nul are avantajul că mărește curentul de scurgere prin șuntarea rezistențelor r_0 și r_1 printr-un conductor special, care leagă carcasa receptorului protejat direct la neutrul instalației de alimentare (fig. 42).

Valoarea curentului de punere la pământ în această situație, în care rezistențele r_0 și r_1, au fost șuntate, devine:

$$I_p = \frac{U}{r_2 + r_4},$$

în care:

U este tensinea de fază (220V);

I_p - curentul de punere la pământ;

r_2 - rezistența conductorului fazei cu defect;

r_4 - rezistența conductorului de nul de protecție.

Deoarece valoarea rezistoarelor r_2 și r_4 este mai mică decât a rezistențelor r_0 și r_1, valoarea curentului de punere la pământ I_p este mai mare decât cea rezultată în cazul protecției prin legarea la pământ.

Deci, în cazul protecției prin legărea la nul, dacă apare o deteriorare a izolației, se produce un curent de intensitate suficientă pentru acționarea elementelor de protecție ale instalației de alimentare, curent care conduce la deconectarea alimentării cu energie electrică a receptorului defect și deci la evitarea producerii accidentării prin electrocutare. Pe lângă acest avantaj, pe care protecția prin legarea la nul îl are fața de protecția prin legarea la pământ, mai există și acela că,

în cazul în care nu ar fi acționate elemente de protecție, tensiunile de atingere (de pe carcase) sunt mai scăzute, datorită căderilor mari de tensiune ce apar în conductorul activ.

8.7. MĂSURAREA REZISTENȚEI ELECTRICE A PRIZELOR DE PĂMÂNT

Pentru a realiza în instalațiile electrice o protecție sigură cu ajutorul prizelor de pământ, trebuie ca acestea să fie bine executate și, ulterior, bine întreținute.

În acest scop, rezistența lor electrică trebuie măsurată atât la punerea lor în funcțiune, cât și în mod periodic.

La determinarea rezistenței electrice, priza de pământ se separă de restul instalației de legare la pământ. Dacă separarea se execută chiar la priză, la valoarea rezistenței electrice a prizei propriu-zise va trebui să se adauge rezistența conductoarelor de legătură. Valoarea astfel obținută nu trebuie să depășească valorile maxime admise de norme.

Cu ocazia determinării rezistenței electrice a prizelor de pământ trebuie avut în vedere ca, înainte de separarea unei prize de pământ, instalația protejată să fie sau scoasă de sub tensiune sau să se asigure la utilajul sau receptorul respectiv scurgerea unor eventuali curenți de defect prin alte prize de pământ.

Pentru determinarea rezistenței prizelor de pământ există două metode mai des folosite, și anume:

- metoda voltmetru-ampermetru;
- metoda celor trei măsurări.

La ambele metode este necesar ca, în afară de priza de măsurat, să mai existe o priză auxiliară și o priză sondă, iar ca aparatură:

- un voltmetru;
- un ampermetru;
- o sursă de curent.

Distanțele minime între priza de măsurat, priza auxiliară și priza sondă depind de mărimea și de modul constructiv în care este executată priza de măsurat, condiția fiind aceea de a exista între zonele lor de influență o zonă de potențial nul.

Ca valori minime ale distanțelor dintre cele trei prize trebuie să avem:

- între priza de măsurat și priza sondă - 20 m;
- între priza sondă și priza auxiliară - 20 m;
- între priza de măsurat și priza auxiliară - 40 m.

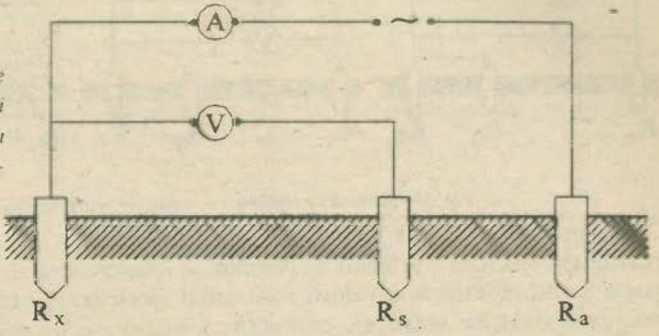


Fig. 43. - Schema de măsurare a rezistenței electrice a prizei de pământ prin metoda voltmetru - ampermetru

M e t o d a voltmetru-ampermetru constă în măsurarea tensiunii U_p a prizei de pământ (căreia i se determină rezistența) și a curentului electric I_p care trece prin ea, potrivit schemei din figura 43.

După determinarea tensiunii U_p și a curentului I_p, rezistența electrică a prizei se stabilește prin relația:

$$R_x = \frac{U_p}{I_p}.$$

Metoda celor trei măsurători constă în măsurarea pe rând a trei rezistențe legate două câte două în serie, la o sursă de curent, conform figurii 44.

Suma rezistențelor luate două câte două, legate în serie, se scrie în felul următor:

$$R_1 = R_x + R_s;$$
$$R_2 = R_x + R_A;$$
$$R_3 = R_s + R_A.$$

Valoarea rezistenței electrice a prizei de măsurat (R_x), ca și valorile prizelor ajutătoare (R_S și R_A) se determină prin rezolvarea celor trei ecuații cu trei necunoscute, din care rezultă:

$$R_x = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2};$$
$$R_s = \frac{R_1 + R_3 - R_2}{2};$$
$$R_A = \frac{R_2 + R_3 - R_1}{2}.$$

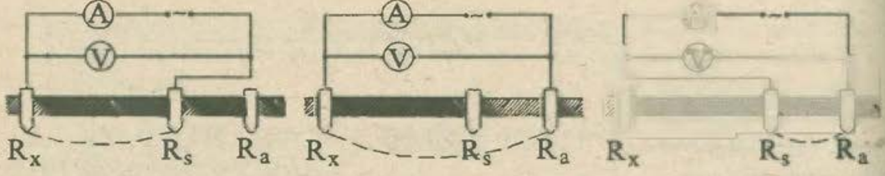


Fig. 44 - Schema de măsurare a rezistenței prizei de pământ

În practică, pentru ușurarea efectuării citirilor necesare determinării rezistenței electrice a prizelor de pământ, se folosesc aparate a căror construcție permite citirea directă a valorii rezistenței electrice în ohmi, folosindu-se un singur aparat de măsurat, care funcționează pe principiul logometrului (instrument electric de măsurat), ale cărui indicații depind numai de raportul dintre două mărimi electrice.

Cu aparate construite pe acest principiu se pot măsura, pe lângă rezistența electrică a prizelor de pământ, și rezistențele electrice obișnuite, rezistivitatea solului, coeficienții de atingere și de pas etc.

Aparatul de măsurat rezistența electrică a prizelor de pământ are patru borne, dintre care două pentru curent, notate cu I_1 și I_2, și două pentru tensiuni, notate cu E_1 și E_2.

La măsurarea rezistenței electrice a prizelor de pământ prin metoda voltmetru-ampermetru, bornele I_1 și E_1 se unesc printr-o punte de conexiuni și se conectează la priza a cărei rezistență se măsoară, în timp ce borna I_2 se conectează la priza auxiliară, iar borna E_2, la priza sondă (priza de potențial), conform schemei de montaj indicată în figura 45.

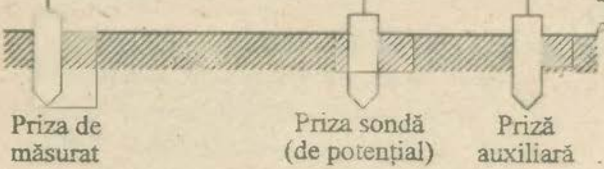


Fig. 45. - Schema de măsurare a rezistenței prizelor de pământ prin logometru

Schema pentru măsurarea rezistenței prizei de pământ prin metoda celor trei măsurători, în cazul în care se folosește un aparat de tip logometric, este prezentată în figura 46.

În această situație, prizele se conectează câte două la perechile de borne I_1, E_1 și I_2, E_2, care sunt șuntate între ele cu punți.

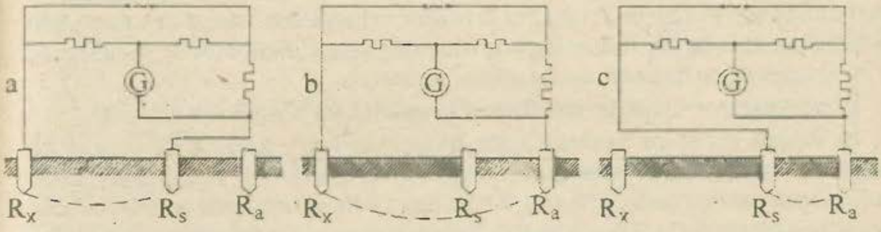


Fig. 46. - Schema de măsurare a prizei de pământ prin metoda celor trei măsurători

Sursa de curent a aparatului de măsurat rezistența electrică a prizelor de pământ este constituită dintr-un generator de curent continuu, care este acționat manual, cu ajutorul unei manivele, el fiind montat în interiorul aparatului. Pentru transformarea curentului continuu în curent alternativ, care acționează în circuitul exterior al aparatului, se montează pe arborele generatorului două mutatoare. Aceleași mutatoare transformă curentul alternativ din circuitul exterior în curent continuu pentru circuitul interior logometric.

8.8. NORME OBLIGATORII DE SECURITATE A MUNCII LA EXECUTAREA DE LUCRĂRI ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE

8.8.1. Generalități

Proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor electrice se face conform prescripțiilor tehnice în vigoare, astfel încât persoanele care se află în apropiere să nu vină în contact direct cu elementele care sunt sau pot fi puse sub tensiune. Cei care exploatează aceste instalații trebuie să le mențină în permanență în condițiile impuse de prescripțiile în vigoare, iar munca lor trebuie organizată astfel încât să fie lipsită de pericole. Organizarea locurilor de muncă trebuie să asigure deplina securitate personalului în executarea lucrărilor de exploatare, reparații și montaj.

Punctele în care pot avea loc accidente trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de protecție și de avertizare. La toate locurile de muncă și în special la locurile periculoase trebuie să se monteze plăci avertizoare.

În cazul când lucrările se execută cu mai multe echipe, este absolut necesar să existe un conducător unic, responsabil de lucrare, care să stabilească măsurile generale de securitate a muncii.

Persoanele care execută lucrări într-o unitate energetică dar sunt salariate ale altei unități sau întreprinderi nu pot fi admise la lucru decât după ce s-au stabilit de către unitățile de exploatare în care urmează să lucreze condiții de lucru sigure, în conformitate cu normele de securitate a muncii.

În exploatare, instalațiile electrice se consideră tot timpul sub tensiune.

În timpul reviziilor periodice ale liniilor aeriene, dacă se descoperă un conductor rupt, căzut la pământ sau desprins din elementele de susținere, după ce persoana care execută controlul se convinge că linia nu este de înaltă tensiune, cu mănușa electroizolantă și cu ajutorul unui clește patent izolat, taie conductorul rupt pentru a nu prezenta pericol pentru trecători. În cazul că acest lucru nu este posibil, organizează paza conductorului și anunță echipa de întreținere pentru a remedia defectul.

Prezența tensiunii în instalații se stabilește numai cu ajutorul indicatorului de tensiune sau al lămpii de probă.

8.8.2. Lucrări în rețelele aeriene

Lucrările pe liniile aeriene se execută după întreruperea totală a tensiunii. Nu se admite urcarea pe stâlpii care sunt marcați ca periculoși decât după ce au fost sprijiniți sau ancorați.

Înainte de urcarea pe stâlp, muncitorul trebuie să se convingă că acesta este în stare bună și să utilizeze mijloacele de protecție din dotare (centură de siguranță, cârlige, frânghia de ajutor).

Verficarea stâlpului constă în înțeparea acestuia cu un obiect ascuțit (șurubelniță) în diferite puncte, la bază. Dacă stâlpul este putred pe o adâncime mai mare de 10 % din diametru, acesta trebuie proptit înainte de urcare.

În timpul urcării pe stâlp, muncitorul trebuie să se lege cu centura de siguranță începând de la o distanță de cel mult 2 m de sol, pentru a fi ferit de accidentare prin alunecarea cârligelor. Urcarea (sau lucru pe stâlpi) este admisă numai pe părțile laterale în raport cu direcția de întindere a conductoarelor, iar în cazul stâlpilor de colț, pe partea unghiului exterior al liniei. Întinderea conductorului sub o linie de înaltă tensiune se poate executa numai după ce aceasta a fost deconectată la ambele capete și legată la pământ la locul lucrării.

8.8.3. Lucrări la tablourile de comandă

Lucrările la tablourile de comandă, semnalizare și măsură se execută numai după ce s-a întrerupt tensiunea, s-au montat paravane și s-a delimitat cu plăcuțe avertizoare locul de muncă, folosindu-se mijloacele individuale de protecție din dotare.

8.8.4. Lucrări la motoare și generatoare electrice

Înainte de începerea lucrărilor de reparare a motoarelor electrice, se vor lua următoarele măsuri:

- oprirea motorului, prin întrerupător și siguranțe, și verificarea lipsei tensiunii;
- întreruperea cablului de alimentare a motorului respectiv și scurtcircuitarea acestuia la capătul dinspre motor;
- montarea plăcuțelor avertizoare "Nu închideți! Se lucrează!" pe dispozitivul de acționare a întrerupătorului motorului și pe dispozitivul prin care s-ar putea pune sub tensiune cablul de alimentare;
- scoaterea manetei dispozitivelor de acționare, blocarea lor cu lanț sau cu lacăt, așezarea unor teci de cauciuc sau plăci de micanită pe cuțitele separatoarelor etc;
- închiderea vanelor sau ventilelor de admisie a aburului, aerului sau gazelor la pompa sau la ventilatorul acționat de motorul respectiv, blocarea sau legarea lor cu lanț și așezarea plăcuțelor avertizoare cu inscripția "Nu închideți! Se lucrează!";
- dacă punctul neutru al mașinii oprite pentru reparație are legătură cu punctul neutru al celorlalte mașini, el va fi deconectat pe toată durata lucrării.

Scoaterea plăcilor avertizoare și repunerea în funcțiune a motorului sunt permise numai după ce în registrul de exploatare din secția respectivă s-a consemnat că lucrările s-au terminat și s-a notat numele persoanei care a comunicat aceasta.

8.8.5. Măsuri ce trebuie luate la executarea branșamentelor aeriene

Înainte de urcarea pe stâlp, se controlează stâlpul și mijloacele de protecție. Când a ajuns cu capul la nivelul izolatoarelor inferioare, lucrătorul trebuie să se oprească și să îmbrace mănușile electroizolante. Executantul legăturii se urcă mai sus, aplicând teci protectoare peste conductor și pălării protectoare peste izolatoare, începând cu primul conductor de jos și repetând operația la toate conductoarele cu care ar putea veni în atingere în timpul lucrului. Tecile trebuie

să aibă o lungime de minimum 1 m. Este categoric interzis ca în timpul lucrului să mai existe, în afară de conductorul la care se face legătura, un alt conductor fără teacă de protecție.

Legătura propriu-zisă se execută începând cu fazele mai puțin accesibile. După executarea legăturii, se scot tecile și pălăriile protectoare de pe conductoare și izolatoare în ordinea inversă aplicării lor.

Toate lucrările menționate se execută în mod obligatoriu cu ajutorul mănușilor de cuciuc, executantul lucrării fiind îmbrăcat în salopetă, cu mânecile neridicate, și având capul și ceafa acoperite.

În timpul cât durează operațiile de executare a branșamentelor pe stâlp, ajutorul supraveghează de jos mersul lucrărilor.

Pe timp de ploaie, furtună, întuneric sau descărcări atmosferice se interzice lucrul sub tensiune (executarea branșamentului la o rețea sub tensiune).

8.8.6. Măsuri ce trebuie luate la executarea branșamentelor subterane

Pentru a se evita atingerea simultană a părților sub tensiune și a pereților gropii, dimensiunile minime ale acesteia trebuie să fie:

- lungimea (în lungul cablului), minimum 1500 mm;
- distanța de la poziția de lucru a executantului legăturii până la peretele din spatele lui, minimum 500 mm;
- distanța de la marginea manșonului de derivație până la peretele opus poziției de lucru a executantului legăturii, minimum 500 mm.

Dacă spațiul disponibil nu permite respectarea dimensiunilor minime ale gropii, se vor pune covoare de cauciuc și pe pereții gropii. Dimensiunile minime ale covoarelor de cauciuc care servesc la acoperirea fundului și a pereților gropii trebuie să fie de 750 x 750 mm, iar așezarea lor se face astfel încât marginile să se petreacă.

Ajutorul pregătește toate sculele și materialele și le dă executantului la cerere, având mâinile îmbrăcate în mănuși de cauciuc.

· Îndepărtarea armăturii cablului, tăierea mantalei de plumb, îndepărtarea fazalor prin pene de lemn și montarea pieselor de distanță trebuie executate cu atenție, pentru a nu se deteriora izolația fazelor.

După montarea pe cablu a părții inferioare a manșonului de derivație, sub manșon se așază o bucată de cauciuc dielectric, între urechile manșonului și cablu se introduce un material izolant (carton sau cauciuc) și se izolează cu bandă uleiată mantaua de plumb rămasă lângă urechile manșonului, pentru a nu fi atinsă în timpul executării legăturii.

După ce au fost luate aceste măsuri, se îndepărtează izolația de hârtie de pe conductorul cel mai greu accesibil, pe o distanță egală cu lățimea clemei, plus 2mm.

După ce se constată lipsa tensiunii în conductorul respectiv și lipsa legăturii cu pământul a manșonului, se leagă prima fază a branșamentului (se aplică clema de presiune). Șuruburile clemei trebuie strânse cu o cheie tubulară cu mâner izolat.

Înainte de a se trece la faza următoare, se izolează conductorul, inclusiv clema fazei la care s-a lucrat, cu bandă uleiată.

Este interzis să existe în același timp mai mult de un conductor dezizolat.

Se repetă apoi operațiile de mai sus la celelalte două faze și la neutru, după care se leagă la pământ cele trei gulere ale mantalei de plumb din manșon, prin conductoare de cupru lipite între ele, și se aplică jumătatea superioară a manșonului.

În cazul în care în manșoane trebuie să se execute legături prin lipire, este necesar ca în prealabil să se scoată totul de sub tensiune.

Se interzice lucrul sub tensiune pe timp de ploaie sau întuneric.

8.8.7. Mijloace individuale de protecție

Toate mijloacele individuale de protecție folosite de personalul de deservire a instalațiilor electrice trebuie să corespundă normelor de securitate a muncii.

Mijoacele folosite pentru protejarea contra electrocutărilor, prin izolarea omului față de părțile aflate sub tensiune, sunt: mijloace și scule electroizolante (cizme de cauciuc, mănuși de cauciuc, prăjini electroizolante, platforme electroizolante, covorașe și preșuri de cauciuc, scule cu mânere electroizolante), indicatoare de tensiune și dispozitive de scurtcircuitare și de legare la pământ.

Mijloacele de protecție trebuie păstrate în locuri bine alese, pentru a nu fi degradate (de exemplu, mănușile, cizmele, covorașele, ochelarii de protecție și indicatoarele de tensiune trebuie păstrate în dulapuri).

Toate mijloacele de protecție primite în exploatare trebuie controlate sistematic, după cum urmează:

- mijloacele de protecție electroizolante trebuie controlate în ceea ce privește rigiditatea lor dielectrică, în condițiile și la termenele indicate de norme; încercăriie mecanice ale prăjinilor și ale platformelor electroizolante trebuie executate numai la recepția din fabrică.

- celelalte mijloace de protecție trebuie supuse unei revizii exterioare periodice și, dacă este necesar, unor încercări mecanice indicate de normele în vigoare, referitoare la securitatea muncii în instalațiile electrice.

8.8.8. Mijloace și scule electroizolante

Cizme și mănuși de cauciuc. Cizmele de cauciuc constituie un mijloc electroizolant de protecție auxiliar în instalațiile electrice de orice fel, iar mănușile de cauciuc constituie un mijloc auxiliar în instalațiile de înaltă tensiune și un mijloc principal în instalațiile de joasă tensiune.

În instalațiile electrice este permis să se folosească doar cizme și mănuși de cauciuc fabricate special în acest scop, după indicațiile date de standardele sau normele în vigoare. Cizmele și mănușile destinate altor scopuri nu sunt admise ca mijloc de protecție în instalațiile electrice.

În timpul folosirii, mănușile trebuie protejate împotriva acțiunii uleiurilor, a benzinei și a altor substanțe care distrug cauciucul.

Prăjini electroizolante. Prăjinile electroizolante sunt folosite pentru comanda directă a separatoarelor fără acționare mecanică, pentru aplicarea garniturilor de scurtcircuitare și legare la pământ mobile, precum și pentru măsurări sau încercări de instalații sub tensiune sau în locurile în care aceasta poate să apară. Ele pot fi folosite ca mijloc principal de protecție în instalațiile electrice de orice tensiune. Prăjinile electroizolante se construiesc din materiale electroizolante cu caracteristică stabilă (bachelită, ebonită, pertinax etc.), în condițiile indicate de norme. Prăjinile destinate echipelor de teren trebuie prevăzute în timpul transportului cu o învelitoare specială, impermeabilă. Pe partea metalică a fiecărei prăjini trebuie să fie ștampilat numărul său de fabricație.

În timpul lucrului prăjinile nu se leagă la pământ, cu excepția cazurilor în care principiul lor de construcție necesită aceasta.

Prăjinile trebuie păstrate în poziție verticală, atârnate sau așezate în stelaje, fără a fi atinse de perete.

Platforme electroizolante. Platformele electroizolante sunt folosite ca mijloace auxiliare de protecție în instalațiile electrice de orice tensiune. Acestea sunt alcătuite din grătare de lemn cu picioare electroizolante (izolatoare de porțelan). Înălțimea de la podea până la suprafața inferioară a platformei trebuie să fie de cel puțin 10 cm.

Platformele electroizolante nu trebuie să aibă piese metalice de fixare. Dimensiunile platformelor electroizolante nu trebuie să fie mai mici de 75x75 cm, dar nici mai mari de 150x150 cm. Platformele electroizolante se încearcă în condițiile indicate de norme.

Covorașe și preșuri de cauciuc. Acestea se admit ca mijloace auxiliare de protecție în instalațiile electrice de orice tensiune.

Ele sunt destinate a fi întinse pe podeaua încăperilor în care nu se află instalații electrice mai ales pe locurile de pe care se acționează separatoarele, întrerupătoarele etc.Dimensiunile minime ale covorașelor electroizolante trebuie să fie 75x75 cm.

În lipsa unor covorașe permanente, se pot folosi în același scop covorașe mobile.

Scule cu mâner electroizolant. Sculele cu mânere electroizolante trebuie păstrate în dulapuri sau rafturi speciale. În timpul transportului, sculele trebuie neapărat protejate împotriva umezelii și murdăriei.

Atunci când se execută lucrări sub tensiune, acestea trebuie folosite concomitent cu mănușile și cizmele de cauciuc, cu excepția lucrărilor de la tablourile de comandă, din circuitele secundare și de la alte instalații similare.

Sculele cu mânere electroizolante utilizate trebuie supuse mai întâi unei revizii exterioare.

Garnituri de scurtcircuitare și de legare la pământ. Garniturile de scurtcircuitare și de legare la pământ mobile constituie cel mai sigur mijloc de protecție împotriva aplicării din greșeală a tensiunii pe sectoare întrerupte sau în cazul apariției unei tensiuni induse, în cazul executării unor lucrări pe porțiuni întrerupte ale instalației.

O garnitură de legare la pământ se compune din conductorul pentru scurtcircuitarea fazelor, conductorul de legare la pământ și clemele de racordare a conductorului de legare la pământ și a conductoarelor de scurtcircuitare la părțile conducătoare de curent. Conductoarele sunt de cupru flexibil, neizolate, cu secțiunea de cel puțin 25 mm^2. Clemele pentru racordarea conductoarelor trebuie să fie construite astfel încât să nu poată fi smulse de eforturile dinamice și să permită fixarea, aplicarea și scoaterea lor de pe bare cu ajutorul prăjinii de manevră.

Îmbinările tuturor părților componente ale garniturii trebuie executate durabil și sigur, prin sudare sau îmbinare cu buloane. Nu este permisă folosirea numai a lipiturii.

Indicatoare de tensiune. Indicatorul de tensiune funcționează pe baza fenomenului de luminiscență a unui tub cu neon, supus unei diferențe de potențial alternative. Indicatorul servește pentru verificarea prezenței sau lipsei tensiunii și pentru determinarea fazelor, la liniile aeriene, la cabluri și la transformatoare. El poate fi folosit direct pe partea de înaltă tensiune, împreună cu tubul cu rezistență adițională. Nu este permisă legarea indicatorului de tensiune la pământ. Prezența tensiunii în instalațiile în funcțiune se stabilește numai prin apropierea indicatorului de instalație, până când începe să lumineze. Atingerea este necesară numai atunci când partea din instalație care urmează a fi verificată nu se află sub tensiune.

Indicatoarele de tensiune pot fi folosite în aer liber numai pe timp uscat. Ele trebuie păstrate în cutii etanșe, pentru protejarea lor împotriva loviturilor, a prafului și a umezelii.

Mijloace de protecție împotriva arsurilor. Pentru protecția împotriva arsurilor se folosesc ochelari de protecție și mănuși electroizolante.

Ochelarii de protecție se folosesc la înlocuirea siguranțelor, la tăierea cablurilor, la deschiderea manșoanelor și a cutiilor terminale din rețelele de cabluri în exploatare, la lipirea cablurilor și la turnarea masei izolante în cutii terminale și în manșoane de cablu etc.

Mănușile electroizolante se folosesc la lucrările cu metal topit și cu masă topită pentru cabluri etc.

8.8.9. Îngrădiri și plăci avertizoare

Îngrădiri. Îngrădirile provizorii mobile sunt folosite pentru protecția personalului împotriva atingerii accidentale a părților de instalații aflate sub tensiune și situate în apropierea locului de muncă.

Îngrădirile provizorii pot fi panouri (paravane), elemente electroizolante de formă corespunzătoare și îngrădiri-celule.

Panourile se execută din lemn sau din alte materiale electroizolante nefragile, pe care se fixează plăci avertizoare, cu inscripția "Stai! Înaltă tensiune! Pericol de moarte!" Ele trebuie să fie rezistente (nedeformabile), comode și ușoare și cu baza suficient de mare contra răsturnării. De asemenea, trebuie să aibă înălțimea minimă de 1,80 m, iar marginea inferioară să fie la o distanță de 10 cm de podea.

Panourile trebuie instalate astfel încât să nu împiedice ieșirea personalului din încăpere în caz de pericol.

Elementele electroizolante trebuie construite astfel încât să acopere complet partea sub tensiune din apropirea locului de muncă.

În instalațiile cu tensiune de până la 10 kV inclusiv, folosirea elementelor electroizolante este permisă numai în cazul în care nu există posibilitatea de a se îngrădi locul de muncă cu panouri sau paravane.

Elementele electroizolante din bachelită, textolit sau alte materiale similare pot fi folosite în instalații până la 10 kV inclusiv, iar garnituri de cauciuc, în instalațiile până la 1000 V inclusiv.

Plăcile avertizoare. Plăcile avertizoare se folosesc :

- pentru interzicerea manevrării aparatelor prin care s-ar putea pune instalațiile sub tensiune;

- pentru prevenirea personalului asupra pericolului, în apropierea unei părți aflate sub tensiune;

- pentru a se indica personalului care este locul de muncă pregătit și pentru a i se aminti măsurile luate. După caz, în funcție de situațiile prezentate mai sus, plăcile avertizoare folosite sunt de prevenire, de interdicție, de admitere și reamintire.

După destinație, plăcile avertizoare sunt permanente și provizorii (mobile).

Plăcile avertizoare mobile se execută din materiale electroizolante (placaj subțire, material plastic sau carton), iar cele permanente din metal.

Exemple de plăci avertizoare provizorii (mobile):

- de admitere: "Lucrați aici" și "Urcați pe aici";
- de prevenire: "Înaltă tensiune! Pericol de moarte" și "Stai! Înaltă tensiune! Pericol de moarte";
- de interdicție: "Nu urcați! Pericol de moarte!, "Nu atingeți! Pericol de moarte!", "Nu închideți! Se lucrează!" și "Nu închideți! Se lucrează pe linie!";
- de reamintire: "Pus la pământ!".

Aceste plăci avertizoare se așază la organizarea locului de muncă. Exemple de plăci avertizoare permanente: "Înaltă tensiune! Pericol de moarte!"; "Nu atingeți! Pericol de moarte" etc. Prima se așază pe ușile instalațiilor de distribuție, iar a doua pe stâlpii liniilor electrice de transport.

8.8.10. Verificarea periodică a mijloacelor de protecție

Mijloacele de protecție se verifică în instalații speciale, de către unitățile energetice organizate în acest sens, conform normelor de securitate a muncii în instalațiile electrice.

8.9. MĂSURI DE SECURITATE A MUNCII LA EXECUTAREA DE LUCRĂRI LA FIRIDE ȘI LA MONTAREA CONTOARELOR

La executarea lucrărilor în astfel de instalații trebuie avute în vedere următoarele:

- ușile metalice ale firidelor de branșament să fie conectate la bara de legătură la pământ prin intermediul unui conductor flexibil de cupru cu secțiunea de 16 mm^2, cu papuci la ambele capete;
- conductorul de protecție al coloanelor electrice să fie legat în firidele de branșament la bara de legare la pământ, iar la tablourile de distribuție ale consumatorilor, la borna de legare la pământ de pe rama metalică a tablourilor, destinată special acestui scop;
- la executarea lucrărilor la firidele de branșament alimentate prin cabluri electrice subterane zona protejată se realizează de la capetele cablurilor respective.

În cazul firidelor de branșament alimentate printr-un racord aerian, zona protejată se realizează de la primul punct de separare vizibilă.

În cazul lucrărilor la coloanele electrice, zona protejată coincide cu zona de lucru și se realizează la capetele coloanelor respective dinspre sursa de alimentare.

În cazul în care stâlpul la care urmează să se facă legătura este comun și pentru alte linii electrice, se vor scoate de sub tensiune și aceste linii. Se exceptează liniile de 6 - 20 kV, care au o distanță de cel puțin doi metri pe verticală față de linia de joasă tensiune la care urmează a se lucra, precum și liniile de contact pentru transportul în comun, dacă sunt respectate distanțele admise de norme.

La executarea lucrărilor se scot de sub tensiune:

- instalațiile sau acele părți ale instalațiilor la care urmează să se facă lucrări;

- instalațiile învecinate care se găsesc la o distanță mai mică decât distanța limită minimă în aer la care se pot apropia executanții, utilajele, materialele sau uneltele necesare în timpul executării lucrărilor fără pericol.

La înlocuirea contoarelor se vor respecta următoarele reguli:

În cazul contoarelor în montaj direct sau semidirect, succesiunea operațiilor va fi:

a) scoaterea siguranțelor de la tabloul de distribuție al consumatorului;

b) scoaterea siguranțelor din firidă sau de la stâlpul la care este legat branșamentul;

c) montarea de capace (mânere) electroizolante colorate în roșu în locașul siguranțelor din firidă;

d) montarea în firidă a indicatorului "Nu închide, se lucrează!";

e) demontarea capacului de la barele contoarului;

f) scoatera conductorului de nul și aplicarea pe capătul acestuia a unui degetar electroizolant, procedându-se apoi în mod similar cu celelalte conductoare;

g) înlocuirea contoarului, legarea conductoarelor făcându-se în ordine inversă;

h) montarea capacului de la bornrle contoarului și sigilarea lui;

i) punerea sub tensiune a contoarului;

j) verificarea funcționării corecte a contoarului.

În cazul contoarelor în montaj direct, se va respecta următoarea succesiune a operațiilor:

a) scoaterea siguranțelor de pe circuitului de tensiune al contoarului;

b) montarea în locul siguranțelor a unor capace electroizolante colorate în roșu și a indicatorului "Nu închide, se lucrează!";

c) șuntarea bornelor secundare ale transformatoarelor de curent în șirul de cleme. În cazul în care șirul de cleme lipsește, se interzice înlocuirea contoarului fără separarea vizibilă a transformatoarelor de curent;

d) demontarea capacului de la bornele contoarului;

e) aplicarea unui degetar electroizolant pe capătul fiecărui conductor, imediat după scoatere;

f) înlocuirea contoarului;

g) montarea capacului la bornele contoarului;

h) efectuarea șuntării bornelor secundare ale transformatoarelor de curent;

i) punerea sub tensiune a contoarului;

j) verificarea funcționării corecte a contoarului.

8.10 ACORDAREA PRIMULUI AJUTOR ÎN CAZ DE ELECTROCUTARE

8.10.1. Scoaterea accidentatului de sub tensiune

Atingerea părților aflate sub tensiune provoacă o contractare a mușchilor și accidentatul nu se poate elibera de partea atinsă, aflată sub tensiune. Atingerea lui fără să se ia măsuri de izolare prezintă pericol pentru viața celui care intervine.

Prima acțiune care trebuie întreprinsă pentru salvarea accidentatului constă în rapida deconectare a acelei părți a instalației cu care accidentatul se află în atingere. În aceste situații se iau următoarele măsuri:

- dacă accidentatul se găsește la înălțime, astfel încât prin întreruperea curentului ar putea să cadă, se iau în prealabil măsuri pentru evitarea căderii;

- dacă prin întreruperea curentului se întrerupe iluminatul normal, trebuie luate în prealabil măsuri pentru a exista alte surse de iluminare (iluminatul de siguranță, lanterne cu baterii sau acumulatoare, torțe, lumânări etc);

- dacă deconectarea instalației nu se poate executa suficient de repede, se iau măsuri pentru îndepărtarea accidentatului de părțile aflate sub tensiune, măsuri care sunt diferite pentru instalațiile de joasă tensiune față de cele pentru instalațiile de înaltă tensiune.

În instalațiile cu tensiune de lucru sub 1000 V, pentru eliberarea de sub acțiunea curentului se va folosi un obiect uscat, rău conducător de electricitate, ca, de exemplu, o haină uscată, o frânghie, un par uscat etc. Nu este permis a se folosi obiecte metalice sau umede. Salvatorul va purta mănuși de cauciuc sau, în lipsa acestora, își va înfășura mâna într-o haină uscată, ori își va întinde mâneca hainei proprii, sau se va folosi o șapcă de postav. Se va folosi încălțăminte electroizolană de cauciuc sau platforme electroizolante sau covorașe de cauciuc electroizolante. Atunci când accidentatul atinge un singur conductor, este bine să fie ridicat și izolat față de pământ, folosindu-se scânduri de lemn uscat sau covorașe, pentru a întrerupe în modul acesta curentul care trece prin accidentat, procedându-se apoi la scoaterea lui completă de sub tensiune. La nevoie se va tăia conductorul cu un topor cu mâner de lemn uscat sau cu o altă sculă cu mâner

electroizolant. Pentru această operație trebuie să se folosească mănuși și încălțăminte de cauciuc electroizolantă. Fiecare conductor va fi tăiat în parte, fără a se atinge celelalte conductoare.

În instalațiile cu tensiune de lucru de peste 1000 V, pentru acordarea ajutorului se folosesc mănuși și încălțăminte electroizolante din cauciuc și se acționează cu o prăjină sau cu clești electroizolanți. După întreruperea tensiunii se scurtcircuitează și se leagă la pământ fazele cu ajutorul garniturilor mobile de legare la pământ, respectându-se măsurile necesare pentru această operație. Prin scurtcircuitare și legare la pământ se asigură imposibilitatea reapariției tensiunii și se descarcă conductoarele de o eventuală sarcină capacitivă.

Măsurile ce se iau după scoaterea accidentatului de sub tensiune

Aceste măsuri depind de starea în care se află accidentatul după scoaterea lui de sub tensiune. Dacă accidentatul nu și-a pierdut cunoștința, însă a fost în nesimțire sau a stat un timp îndelungat sub acțiunea curentului, trebuie să i se asigure o liniște perfectă și să fie chemat medicul. Dacă medicul nu poate fi adus, accidentatul va fi transportat la un punct sanitar.

Dacă și-a pierdut cunoștința, însă nu i s-a întrerupt respirația, accidentatul va fi întins comod, i se vor descheia hainele, se va crea un curent de aer proaspăt, îndepărtându-se persoanele de prisos; i se va da să miroase amoniac și va fi frecționat și încălzit. Va fi chemat imediat medicul. Dacă respirația este neregulată, i se va face respirație artificială.

Fig. 47 - Respirația artificială executată de o singură persoană: expirație

Dacă lipsesc semnele de viață (respirația, bătăile inimii, pulsul), i se va face imediat respirație artificială, deoarece, în caz contrar, accidentatul tinde sigur spre moarte. Respirația artificială trebuie începută chiar la locul accidentului, fiecare secundă fiind importantă pentru salvarea accidentatului. Respirația

artificială nu trebuie să se întrerupă nici un moment, ea trebuie continuată până la obținerea unui rezultat pozitiv (readucerea la viață) sau până la apariția semnelor incontestabile de moarte reală. Nu se va întrerupe respirația artificială pentru a fi transportat accidentatul la punctul sanitar. Readucerea la viață este condiționată în cea mai mare măsură de începerea imediată a respirației artificiale și de continuitatea ei. În timpul respirației artificiale se va supraveghea accidentatul. Dacă accidentatul mișcă buzele sau ploapele, sau dacă face o mișcare de înghițire, trebuie să se verifice cu atenție dacă nu a revenit respirația naturală. Nu se va mai continua respirația artificială dacă se constată că accidentatul începe să respire normal și uniform.

Pentru aplicarea respirației artificiale este necesar să fie eliberat accidentatul de veșmintele care i-ar jena respirația și să i se descleșteze gura. Pentru aceasta se așază degetele ambelor mâini în spatele unghiului fălcii inferioare, sprijinind degetele mari de extremitatea ei și se descleștează falca înainte, astfel încât dinții de jos să se găsească în fața dinților de sus. Dacă în modul acesta nu se va reuși să i se deschidă gura, se va introduce între măsele (nu între dinții din fața) o scândurică (nu o placă metalică, o coadă de lingură sau ceva asemănător). Apoi i se curăță gura de sânge și mucozități și dacă are proteze dentare i se scot.

Metodele de aplicare a respirației artificiale depind de numărul persoanelor care acordă primul ajutor și de starea accidentatului.

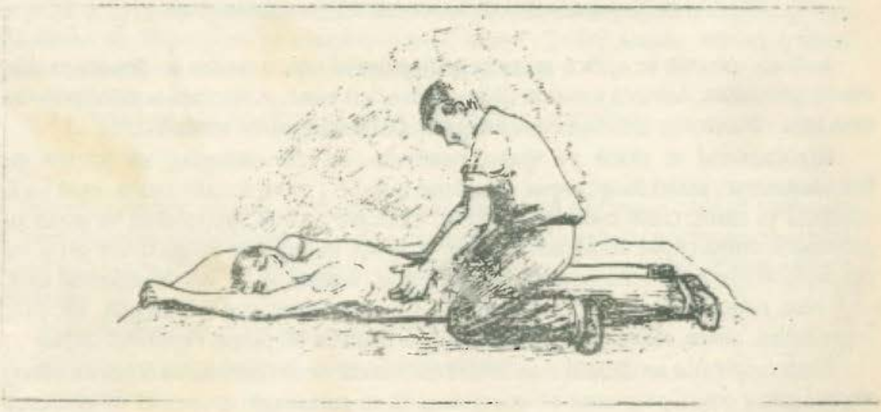


Fig. 48 - Respirația artificială executată de o singură persoană: inspirație

Prima metodă se aplică în cazul în care este de față o singură persoană. Metoda este simplă și ușor de învățat. Se așază accidentatul cu spatele în sus, cu capul pe o mână, cu față într- o parte, iar cealaltă mână va fi așezată de-a lungul

capului. Se așază sub obraz o cârpă curată și i se scoate limba afară, fără a o reține cu mâna. Cel care acordă primul ajutor se va așeza în genunchi deasupra accidentatului, cu fața în spre capul lui, cuprinzând între genunchi coapsele acestuia; va așeza palmele pe spinarea accidentatului, pe coastele inferioare, apucându-le lateral cu degetele apropiate. Numărând: unu, doi, trei se va apleca înainte, treptat, astfel încât greutatea corpului său să se sprijine pe mâinile întinse; în modul acesta se apasă pe coastele inferioare ale accidentatului (expirația, fig. 47). Fără a îndepărta mâinile de pe spinarea acestuia, va reveni brusc în poziția inițială (inspirația, fig. 48). După ce va număra: patru, cinci, șase, se va apleca din nou cu toată greutatea corpului pe mâinile întinse, repetând acest ciclu până la revenirea respirației normale.

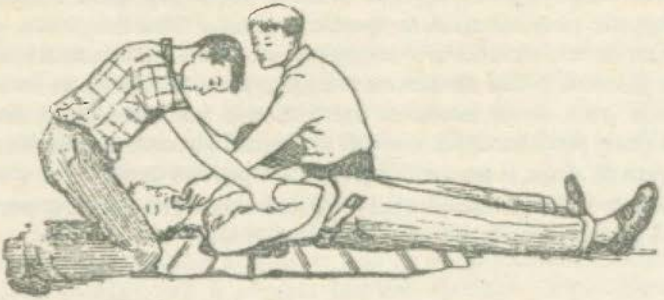


Fig. 49- Respirația artificială executată de două persoane: expirație

A doua metodă se aplică atunci când ajutorul este acordat de două sau mai multe persoane. Această metodă dă rezultate mai bune. Aplicarea acestei metode este însă obositoare și de aceea se va prevedea personal de schimb.

Accidentatul se așază pe spate, punându-i-se sub omoplați un pachet de îmbrăcăminte, astfel încât capul să atârne înapoi. I se va scoate limba, care va fi reținută în afară, trasă ușor spre bărbie. Cel care acordă ajutorul se va așeza în genunchi, lângă capul accidentatului, îi va apuca mâinile de lângă coate și i le va apăsa încetișor pe părțile laterale ale pieptului (expirația, fig 49). Numărând unu, doi, trei, ridică mâinile accidentatului și i le duce spre cap (inspirația, fig. 50). Numărând, patru, cinci, șase, apasă din nou mâinile pe piept, repetând ciclul.

Dacă respirația artificială este corect executată, se obține un sunet (ca un oftat) atunci când coșul pieptului se comprimă și se relaxează, provocat de trecerea aerului prin trahee. Dacă sunetele nu se aud, înseamnă că limba împiedică trecerea aerului și deci trebuie scoasă și mai mult în afară.

Metoda a doua nu poate fi aplicată dacă mâinile sau claviculele sunt fracturate. Trebuie evitată comprimarea excesivă a coșului pieptului. La metoda a doua, dacă presiunea este prea puternică (mai ales asupra abdomenului), se poate produce

presarea alimentelor din stomac și înfundarea căilor respiratorii cu vomismente. Trebuie evitate, de asemenea, mișcările forțate și bruște.

Fig. 50- Respirația artificială executată de două persoane: inspirație

Accidentatul trebuie ferit de răceală. Nu va fi așezat pe pământ umed, pe pardoseală de cărămidă, pe beton sau metal. Se va așeza sub el ceva cald, va fi acoperit și încălzit în limita posibilităților. Pentru aceasta se vor pune în jurul corpului și la picioare sticle cu apă fierbinte, cărămizi sau pietre încălzite și bine înfășurate în cârpe pentru a nu-i produce arsuri. Toate aceste măsuri trebuie aplicate imediat și fără a se opri respirația artificială.

8.11. TRUSA SANITARĂDE PRIM AJUTOR

În intreprinderi trebuie să fie desemnate anumite persoane care să răspundă de completarea sistematică a trusei sanitare cu materiale necesare acordării primului ajutor. Trusele trebuie să cuprindă cel puțin următoarele materiale și substanțe:

- pachete aseptice individuale fără pansamente;
- pachete aseptice individuale cu pansamente;
- pansamente;
- pansamente din vată și tifon pentru pansare în caz de fracturi;
- tinctură de iod în sticluțe cu dop șlefuit;
- soluție de acid boric (2 %) pentru spălarea ochilor;
- amoniac (soluție 25 %);
- vaselină boricată, valeriană eterată;

- hipermanganat de potasiu;
- apă oxigenată, vaselină sulfamidată, jecolan;
- un pahar sau un ceainic mic, care poate servi atât pentru administrarea medicamentelor, cât și pentru spălarea ochilor;
- garou pentru oprirea hemoragiilor;
- șine pliabile și placaje pentru fixarea membrelor în caz de fracturi sau luxații;
- săpun, prosoape;
- cizme sau galoși electroizolanți de cauciuc;
- mănuși electroizolante de cauciuc;
- topor cu mâner electroizolant;
- prăjină de lemn de diferite mărimi.

Este recomandat să existe și un aparat special pentru respirație artificială.

9. PROBLEME DE EXAMEN

9.1. REGULAMENTUL PENTRU FURNIZAREA ȘI UTILIZAREA ENERGIEI ELECTRICE (APROBAT PRIN HG236/1993)

Î (*Întrebare*) Ce este Regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice?

R. (*Răspuns*) Este actul normativ prin care se stabilesc raporturile dintre furnizor și consumatori privind contractarea, furnizarea și utilizarea energiei electrice absorbite din rețeaua electrică a furnizorului. Acest regulament se aplică și în raporturile dintre consumatori și subconsumatori.

-Î. Ce este un consumator?

R. Un consumator este persoana fizică sau juridică ale cărei instalații de utilizare sunt conectate la rețeaua furnizorului prin unul sau mai multe puncte prin care se primește și se livrează, dacă are centrală propirie, energie electrică.

-Î. Ce este furnizorul de energie electrică?

R. Furnizorul de energie electrică este unitatea din subordinea Regiei Autonome de Electricitate - RENEL- a cărei activitate de bază este furnizarea energiei electrice către consumatori.

-Î. Ce se înțelege prin subconsumator?

R. Persoana fizică sau juridică ale cărui instalații electrice se alimentează cu energie electrică din instalațiile electrice de utilizare ale unui consumator se numește subconsumator.

-Î. Cum se clasifică consumatorii de energie electrică după puterea contractată? Dar după natura consumului de energie electrică?

R. În funcție de puterea contractată, consumatorii se împart în:

- mici consumatori, cu puteri contractate sub 100 kW;
- mari consumatori, cu puteri contractate de 100 kW sau mai mari.

După natura consumului de energie electrică, consumatorii se împart în următoarele categorii:

- consumatori casnici;
- consumatori industriali și similari;
- consumatori terțiari;

- Î. Ce se înțelege prin putere contractată?

R. Prin putere contractată se înțelege cea mai mare putere medie cu înregistrare orară sau pe 15 minute consecutive, convenită prin contract, pe care consumatorul are dreptul să o absoarbă din rețeaua furnizorului. .

-Î. Ce se înțelege prin consumator casnic?

R. Este consumatorul care folosește energia electrică pentru iluminat și pentru receptoarele electrocasnice necesare în propria gospodărie.

-Î. Ce se înțelege prin consumatori industriali și similari?

R. Consumatorii industriali și similari sunt acei consumatori care folosesc energia electrică, în principal, în domeniul extragerii de materii prime, fabricării unor materiale sau prelucrării materiilor prime, a metalelor, a unor produse agricole în vederea transformării lor în mijloace de producție sau bunuri de consum. Prin asimilare, se consideră consumatori industriali: șantierele de construcție, stațiile de pompare, inclusiv cele pentru irigații, unitățile de transporturi feroviare, rutiere, navale, aeriene și altele asemenea.

-Î. Ce sunt consumatorii terțiari?

R. Consumatorii terțiari sunt consumatorii care se situează în afara consumatorilor casnici și a celor industriali și similari.

-Î. Ce este instalația de alimentare?

R. Prin instalația de alimentare (branșament la joasă tensiune și racord la medie și înaltă tensiune) se înțelege instalația electrică prin care se face legătura între rețeaua furnizorului și instalația consumatorului.

-Î. Ce este instalația de utilizare?

R. Instalația de utilizare reprezintă ansamblul instalațiilor electrice (inclusiv receptoarele) aparținând consumatorului, situat în aval de punctul de delimitare.

-Î. Ce se înțelege prin loc de consum?

R. Prin loc de consum se înțelege amplasamentul instalațiilor de utilizare ale unui consumator, inclusiv ale subconsumatorilor săi, prin care se consumă energie electrică furnizată prin una sau mai multe instalații de alimentare.

-Î. Ce este punct de delimitare?

R. Punct de delimitare este locul în care instalațiile consumatorului se racordează la instalațiile furnizorului și în care acestea se delimitează ca proprietate.

-Î. Ce este punct de racord?

R. Punct de racord este locul în care instalațiile de alimentare ale unui consumator se conectează la instalația de distribuție a furnizorului.

-Î. Ce sunt orele de vârf de sarcină ale sistemului energetic național și cine le stabilește?

R. Prin orele de vârf de sarcină ale sistemului energetic național se înțeleg intervalele de timp din perioadele de seară și de dimineață ale unei zile în care se realizează consumul cel mai ridicat într-un sistem energetic național. Aceste ore

se stabilesc prin decizie a RENEL, pentru fiecare lună din an până la data de 30 septembrie, pentru anul următor, și se aduc la cunoștința consumatorilor.

-Î. Ce se înțelege prin putere la orele de vârf?

R. Este cea mai mare putere medie (cu durata de înregistrare orară sau pe 15 minute consecutiv) convenită prin contract, pentru a fi absorbită de consumator la orele de vârf ale sistemului energetic național.

-Î. Ce este sistemul energetic național (SEN)?

R. Sistemul energetic național este ansamblul instalațiilor de producere, transport, distribuție și utilizare a energiei electrice de pe teritoriul țării, indiferent de gestionarul lor, care funcționează interconectat, în scopul asigurării alimentării consumatorilor în condiții de siguranță, calitate și economicitate.

-Î. Ce se înțelege prin regim de limitare sau restricție?

R. Situația în care este necesară reducerea la anumite limite a puterii electrice absorbite de consumatori, cu asigurarea puterii minime tehnologice, pentru menținerea parametrilor de funcționare a sistemului energetic în limitele normale.

-Î. Ce este puterea minimă de avarie?

R. Este puterea strict necesară consumatorului pentru menținerea în funcțiune a agregatelor care condiționează securitatea instalațiilor și a personalului.

-Î. Ce este puterea minimă tehnologică?

R. Este cea mai mică putere în regim de limitări de care are nevoie un consumator pentru menținerea în funcțiune, în condiții de siguranță, numai a acelor echipamente și instalații impuse de procesul tehnologic, pentru a evita pierderile de producție nerecuperabile.

-Î. Ce se înțelege prin situația de avarie în sistemul energetic național?

R. Situația în care datorită avarierii unor instalații și agregate energetice sau întreruperii importului de energie electrică nu se mai pot menține parametrii principali în limitele normale de funcționare ale sistemului energetic național.

-Î. Ce este avizul de racordare?

R. Este avizul scris care se dă de către RENEL sau de către unitățile sale furnizoare, privind posibilitățile și condițiile de alimentare cu energie electrică a unui consumator din sistemul energetic național.

-Î. Ce este echipamentul de măsurare?

R. Este aparatura și ansamblul instalațiilor care servesc la măsurarea puterii și energiei electrice furnizate unui consumator sau livrate de către acesta în sistemul energetic, în vederea facturării.

-Î. Ce este o stație de primire?

R. Stația de primire este prima stație situată pe amplasamentul sau în vecinătatea amplasamentului unui consumator, care poate fi stație electrică de

transformare sau de conexiuni, post de transformare sau tablou de distribuție și care îndeplinește simultan următoarele condiții:

a) se află pe traseul rețelelor electrice de legătură dintre furnizor și consumator;

b) prin intermediul acesteia se realizează nemijlocit alimentarea cu energie electrică a consumatorului;

c) tensiunea primară sau tensiunea secundară a stației este egală cu cea mai mare tensiune din instalația de utilizare a consumatorului.

-Î. Ce obligație are un consumator casnic atunci când folosește energia electrică și în alte scopuri decât cel casnic?

R. Să solicite branșament separat pentru utilizarea de energie în alte scopuri decât cel casnic.

-Î. Cum se stabilește consumul necasnic atunci când, în mod excepțional, separarea nu este posibilă sau justificată?

R. Se stabilește pe baza sistemului paușal care este ponderea consumului casnic și, prin diferență, rezultă celălalt consum.

-Î. Ce obligație are un consumator casnic față de furnizor, la plecarea sa definitivă din locuința în care are contract de furnizare?

R. La plecarea definitivă dintr-o locuință, consumatorul casnic, titular al unui contract de furnizare, este obligat să ceară rezilierea contractului și încetarea furnizării energiei electrice cu minimum cinci zile înaite de a pierde titlul juridic care a stat la baza încheierii contractului.

-Î. Ce consecință are asupra consumatorului casnic nerespectarea obligației de a cere furnizorului încetarea furnizării de energie electrică și rezilierea contractului cu cinci zile înainte de a pleca dintr-o locuință?

R. În cazul în care un consumator părăsește imobilul și nu anunță furnizorul cu cel puțin cinci zile înainte, el va putea fi urmărit pentru plata consumului de energie electrică ce s-a realizat după plecarea sa de către consumatorii neidentificați sau care nu pot fi urmăriți.

- Î. Ce obligație are furnizorul, la încheierea contractului de furnizare a energiei electrice cu un consumator casnic, care se mută într-un apartament în care a existat alt consumator, în privința contoarului electric?

R. La închiderea contractului, furnizorul de energie electrică are obligația de a înlocui contoarul existent cu alt contoar verificat și atestat metrologic, indiferent dacă contoarul demontat are plomba metrologică în termen valabil.

- Î. Ce reglementează contractul de furnizare a energiei electrice?

R. Contractul reglementează raporturile dintre furnizor și consumator cu privire la furnizarea, facturarea, plata și condițiile de utilizare a energiei electrice.

- Î. Ce consecințe are consumul de energie electrică fără contract încheiat cu furnizorul?

R. Consumul de energie electrică fără contract este considerat consum fraudulos și constituie contravenție sau infracțiune, după caz, și se pedepsește conform legilor în vigoare.

- Î.Pe ce bază se stabilesc cantitățile de energie electrică contractată între furnizor și consumator?

R. Contractarea cantităților de energie electrică se face ținând seama de necesarul solicitat de consumator și de posibilitățile de asigurare de către furnizor.

- Î. Ce documente trebuie să prezinte pentru încheierea contractului de furnizare a energiei electrice un viitor consumator casnic?

R. Actul de proprietate sau contractul de închiriere a locuinței și dovada de la furnizorul din zona unde a avut domiciliul anterior că nu are debite restante.

- Î. Care sunt prevederile obligatorii ale unui contract încheiat cu un mare consumator industrial?

R. a)Corelarea mărimilor de reglaj ale instalațiilor de protecție și de automatizare ale consumatorului cu cele din instalațiile furnizorului;

b) încadrarea în limitele prevăzute de prescripțiile RENEL a efectelor perturbatoare determinate de funcționarea receptoarelor consumatorului;

c) nivelul de siguranță în alimentarea cu energie electrică a consumatorului în funcție de sarcina maximă de durată și de condițiile de continuitate cerute de consumator, în limitele prescripțiilor RENEL;

d) sursele de compensare a energiei electrice reactive cu dispozitivele de reglaj;

e) puterile absorbite la orele de vârf;

f)cantitatea de energie electrică și puterea contractată.

- Î. Care sunt precizările suplimentare care se trec în contractele încheiate cu consumatorii care au centrale proprii, care funcționează interconectat cu sistemul energetic?

R. Cantitățile lunare de energie electrică produse și care se livrează în sistem și puterile produse și debitate în sistem la orele de vârf ale acestuia, atât în zilele lucrătoare cât și în zilele nelucrătoare.

- Î. Cine poate proiecta și executa lucrări de instalații de alimentare?

R. Instalațiile de alimentare cu energie electrică a consumatorilor se proiectează și se execută numai de unități specializate, atestate de RENEL și având instalator autorizat.

- Î. Care consumatori sunt obligați să-și asigure surse proprii de alimentare cu energie electrică a unor instalații?

R. Consumatorii care au echipamente sau instalații la care întreruperea alimentării cu energie electrică peste o durată critică mai mare decât cea

corespunzătoare nivelului de siguranță înscris în contract poate conduce la explozii, incendii, distrugeri de utilaje sau accidente umane.

- Î. Care este gradul de continuitate pe care furnizorul trebuie să îl asigure unui mare consumator?

R. În limitele nivelului de siguranță înscris în contract.

- Î. Care sunt limitele maxime de variație ale parametrilor frecvență și tensiune față de parametrii nominali pe care furnizorul trebuie să îi asigure?

R.

- la frcvența de 50 Hz cu variații de $\pm 0,5$ Hz;
- la tensiune cele prevăzute în standardele în vigoare.

- Î. Ce reduceri tarifare acordă furnizorul atunci când energia electrică vândută nu respectă limitele maxime de variație a frecvenței și tensiunii?

R. Pentru energia electrică livrată unui mare consumator timp de mai mult de 30 de minute consecutiv, cu o tensiune sau frecvență în afara limitelor stabilite prin regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice, la cererea scrisă a consumatorului, furnizorul va acorda o reducere tarifară de 12,5%, iar în cazul în care furnizarea energiei electrice se face cu nerespectarea concomitentă a limitelor de tensiune și frecvență, reducerea va fi de 25%.

- Î. Care este limita minimă a factorului de putere mediu lunar care absolvă pe furnizor de la acordarea reducerii tarifare în cazul nerespectării limitelor maxime de variație a tensiunii în livrarea energiei electrice la un mare consumator?

R. 0,92 sau factorul de putere optim rezultat din calculele tehnico-economice.

- Î. Care este perioada de sistare temporară a furnizării energiei electrice pe care furnizorul trebuie să o acorde consumatorului, la cererea scrisă a acestuia?

R. Minimum trei luni și maximum un an, cu obligația consumatorului de a plăti lucrările pentru dezlegarea și legarea instalației de utilizare din nou la rețea.

- Î. Care sunt elementele de cheltuieli pe care le acopera tariful de energie electrică?

R. Tariful pentru energia electrică acoperă costurile de producere, transport și distribuție a energiei electrice, cota pentru crearea surselor de dezvoltare a sistemului energetic, coeficientul de risc, precum și profitul furnizorului.

- Î. Care sunt tipurile de tarife de plată a energiei electrice?

R. Tarife monom cu preț unic exprimat în lei/kWh și tarife de tip binom la care în afară de prețul energiei electrice exprimat în le/kWh se percepe și o taxă fixă de putere exprimată în lei/kW și care se plătește indiferent de cantitatea energiei consumate.

- Î. Ce este taxa de putere?

R. Taxa de putere este suma fixă, stabilită prin tarif, pe unitatea de putere contractată sau absorbită, pentru o anumită perioadă de timp (lună sau an), și

care se achită de către consumator indiferent de cantitatea de energie electrică consumată.

- Î. Cine plătește energia electrică reactivă consumată?

R. Marii consumatori care realizează un factor de putere mediu lunar sub cel neutral.

- Î. Atunci când pentru consumator există mai multe variante de tarife aprobate, ce tarif se aplică la un anumit consumator dat?

R. Tipul de tarif care se aplică unui consumator se negociază cu acesta, avându-se în vedere condițiile tehnice de funcționare existente la consumator, precum și posibilitățile de măsurare a mărimilor necesare.

- Î. Ce se înțelege prin sistem paușal în stabilirea consumului de energie electrică?

R. Este modul de determinare a consumului de energie electrică atunci când nu există echipament de măsurare în bună stare de funcționare, în funcție de puterea instalată și în funcție de numărul orelor de utilizare, care este stabilit pe tipuri de receptoare electrice.

- Î. Ce este taxa de racordare?

R. Este suma pe care o plătește anticipat un viitor consumator pentru executarea instalației de alimentare și conectare la rețeaua furnizorului.

- Î. Ce este un contoar pasant?

R. Un contoar montat de consumator în instalația sa de utilizare și care nu servește la decontarea energiei electrice cu furnizorul.

- Î. Ce majorări tarifare se aplică de către furnizor pentru neachitarea facturii în termen?

R. La marii consumatori, 0,2% din valoarea facturii pentru fiecare zi care depășește 10 zile de la data înregistrării facturii. La restul consumatorilor, 0,2% din valoarea facturii pentru fiecare zi de întârziere, începând cu ziua a 6-a și până la achitarea facturii.

- Î. În ce condiții furnizorul are dreptul de întrerupere a furnizării energiei electrice pentru neachitarea facturii?

R. La marii consumatori, după trecerea a 15 zile de la aplicarea majorărilor tarifare și cu un preaviz de cinci zile lucrătoare. La restul consumatorilor, după trecerea a 30 de zile calendaristice de la aplicarea majorărilor tarifare și cu un preaviz de trei zile lucrătoare.

- Î. După achitarea facturiilor și a majorărilor pentru întârzierea plății facturii, la consumatorii la care s-a efectuat întreruperea alimentării cu energie, care este termenul stabilit pentru realimentarea consumatorilor?

R. Furnizorul va realimenta consumatorul în termen de maximum trei zile, în cazul în care nu s-a desființat branșamentul sau racordul consumatorului.

- Î. În cât timp de la data întruperii furnizării de energie pentru neachitarea în termen a facturii furnizorul are dreptul să rezilize contractul de furnizare și să desființeze racordul sau branșamentul, dacă consumatorul continuă să nu-și achite factura?

R. În termen de 15 zile calendaristice.

- Î. La aplicarea tarifului pe niveluri de tensiune, care este tensiunea la care se aplică facturarea?

R. La tariful corespunzător tensiunii punctului de delimitare.

- Î. Cum se determină anticipația și când se achită aceasta?

R. Anticipația este contravaloarea consumului prezumat de energie electrică pentru o perioadă de 30 de zile, care se achită la încheierea contractului cu un nou consumator.

- Î. În ce condiții se restituie anticipația?

R. Suma depusă drept anticipație se restituie consumatorului numai în situația în care cel ce a depus-o încetează de a mai fi consumator al furnizorului la care a plătit anticipația și numai după lichidarea integrală a debitului său față de acesta.

- Î. În ce situație un consumator plătește de trei ori tariful în vigoare pentru energia reactivă consumată?

R. În cazul în care consumatorul realizează un factor de putere mediu lunar mai mic de 0,65, cu excepția cazului în care mijloacele de compensare au fost deconectate la dispoziția dispeceratului furnizorului.

- Î. Ce majorări tarifare plătește un consumator, cu excepția celor casnici, la depășirea, fără acordul operativ al furnizorului, a puterii contractate a fi absorbită în orele de vârf?

R. De două ori tariful prevăzut în contract, dacă depășirea este mai mare de 10% și pe o durată de peste 15 minute.

- Î. Ce majorări tarifare se aplică consumatorilor care nu reduc, la cererea furnizorului, puterea convenită prin contract?

R. De opt ori tariful convenit prin contract, iar cantitatea de energie electrică la care se aplică majorarea rezultă ca produsul dintre puterea neredusă și timpul, în ore, când trebuia realizată reducerea.

- Î. Cum se determină valoarea factorului de putere lunar (cos φ) din instalația unui consumator?

R. Se fac citiri lunare, simultane, ale contoarelor electrice și se determină cantitatea de energie electrică activă (Wa) și cantitatea de energie electrică reactivă (Wr), pe baza cărora se determină valoarea factorului de putere cu ajutorul formulei:

$$\cos \varphi_{mediu} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_r}{W_a}\right)^2}}$$

- Î. În a cui proprietate trec branșamentele electrice executate pentru consumatori și cui revine obligația de a le întreține și repara?

R. Branșamentele electrice, cu toate componentele aferente, odată executate, devin proprietatea furnizorului de energie electrică, lui revenindu-i obligația de a le întreține și repara, fără nici o plată sau altă îndatorire ulterioară către furnizor, dacă degradarea acestora nu se datorește consumatorului.

- Î. Cine are obligația de a întreține și a revizui periodic instalația de utilizare a energiei electrice?

R. Instalația de utilizare este proprietatea consumatorului și, deci, acestuia îi revine sarcina de întreținere și revizie periodică.

- Î. Cum se justifică aplicarea tarifelor de tip binom la consumatori, tarife care sunt mai complicat de aplicat decât cele de tip monom?

R. Furnizorul de energie electrică este interesat ca pe total sistem energetic să existe o curbă de sarcină cât mai aplatizată, adică un consum de energie electrică cât mai constant și fără vârfuri mari de puteri absorbite, deziderat care se realizează prin aplicarea tarifului binom la un număr cât mai mare de consumatori. Tariful binom avantajează material pe consumatori deoarece, dacă la același consum de energie electrică se preiau din sistem puteri mai reduse, se plătește o taxă de putere mai mică și, deci, se reduc cheltuielile necesare pentru energie electrică.

Aplatizarea curbei de sarcină, pe total sistem, la care tariful binom are o influență primordială, creează mari avantaje pentru furnizor, care, pentru același consum de energie electrică, folosește o putere mai mică în centralele electrice (număr mai redus de generatoare) și realizează un consum propriu tehnologic redus în centrale, dar mai ales în rețelele electrice de transport și distribuție.

- Î. Ce este tariful binom?

R. Tariful binom este un sistem de plată a energiei electrice care are două elemente complet separate, și anume: un preț exprimat în lei pe kWh, care se aplică la energia electrică consumată și un al doilea preț, denumit taxă de putere, care se aplică la puterea maximă (consumată sau contractată) și care este exprimat în lei pe kW, acesta fiind aplicat indiferent de cantitatea de energie electrică consumată, exprimată în kWh.

- Î. Ce rol are tariful în consumul de energie electrică?

R. Tariful în consumul de energie electrică urmărește un dublu scop, și anume: primul scop este recuperarea cheltuielilor de producție, transport și distribuție a energiei electrice, asigurarea fondurilor necesare pentru dezvoltarea și asigurarea unui beneficiu, iar cel de-al doilea scop urmărit este acela de cointeresare materială a consumatorilor pentru folosirea energiei electrice într-un mod rațional.

- Î. Care este rezultatul concret urmărit de furnizor pe linia folosirii raționale a energiei electrice de către un mare consumator industrial ?

R. Realizarea unei curbe de consum reglată, în vederea obținerii aplatizării curbei de sarcină a sistemului energetic.

- Î. Ce înțelegem printr-o curbă de consum reglată ?

R. O curbă de consum reglată este acea curbă de consum care prezintă puteri mai reduse în orele de vârf ale sistemului energetic și puteri mai mari în orele de gol de sarcină ale sistemului energetic.

- Î. Ce este o curbă de sarcină aplatizată ?

R. O curbă de sarcină aplatizată este acea curbă de sarcină la care se realizează o diferență minimă între puterea medie pe zi (24 ore) și puterea maximă realizată în aceeași perioadă de timp.

- Î. Cum sunt cointeresați material consumatorii la care se aplică tariful de tip binom în aplatizarea curbei de sarcină ?

R. Consumatorii la care se aplică tariful binom sunt direct interesați să reducă puterea maximă la aceeași cantitate de energie electrică consumată, deoarece plătesc o taxă de putere mai redusă, ceea ce are influență directă asupra reducerii prețului de cost.

- Î. Ce este tariful diferențiat ?

R. Tariful *diferențiat* este acel tarif, monom sau binom, care are prețul la energia electrică în lei / kWh și, respectiv, la taxa de putere în lei/kW diferit pe zone de consum al unei zile (24 ore). La acest tip de tarif, prețurile din zona orelor de vârf sunt mai ridicate, pentru a determina consumatorii să reducă consumul în aceste ore, iar în restul orelor sau, în mod special, în orele de gol de sarcină, prețurile sunt mai reduse pentru determinarea consumatorilor să-și transfere o parte a consumului de energie electrică în aceste ore.

- Î. Cum se aplică tariful binom la micii consumatori, inclusiv la consumatorii casnici ?

R. La micii consumatori taxa fixă de putere a tarifului binom se aplică, în general, la puterea contractată, putere care este controlată prin montarea la intrarea in tabloul de distribuție a unui "disjunctor" reglat și plombat de furnizor la puterea contractată. In această situație, la depășirea puterii contractate se întrerupe automat alimentarea consumatorului de la rețeaua furnizorului prin declanșarea disjunctorului. Restabilirea alimentării se poate însă realiza de către consumator prin reanclanșarea disjunctorului, dar numai după ce acesta a luat măsuri de a reduce puterea consumată sub mărimea puterii contractate.

- Î. Cum se aplică tariful binom la marii consumatori ?

R. La marii consumatori taxa fixă de putere se aplică, de obicei, la puterea maximă realizată în perioada de facturare, putere care se măsoară cu ajutorul unui

indicator de maxim sau al altui dispozitiv, care permite să se determine puterea maximă consumată, a cărei mărime se precizează în factură.

- Î. Care sunt puterile care se măsoară într-un circuit de curent alternativ și cum se determină acestea?

R. Într-un circuit de curent alternativ există trei tipuri de puteri care se pot determina, și anume:

- puterea aparentă : $S = U.I.$, măsurată în kVA;
- puterea activă : $P = U.I.\cos\varphi$, măsurată în kW;
- puterea reactivă : $Q = U.I.\sin\varphi$, măsurată în kvar.

-Î. Cum se stabilesc puterile pe care trebuie să le reducă un mare consumator industrial, în situația de deficit de putere și (sau) energie electrică în sistemul energetic ?

R. Prin contract se stabilește puterea care trebuie redusă, defalcată pe patru tranșe, și care rezultă ca diferență între puterea contractată și puterea minimă tehnologică.

-Î. Cum se asigură respectarea prevederilor prescripțiilor tehnice și ale normativelor în vigoare referitoare la instalațiile de utilizare ?

R. Toate instalațiile de utilizare care se racordează la sistemul energetic național sunt proiectate și executate sub supravegherea "electricienilor autorizați", care urmăresc respectarea prevederilor tehnice și ale normativelor în vigoare.

- Î. Cum se obține calitatea de electrician autorizat ?

R. Calitatea de electrician autorizat se obține numai pe baza unui examen, care se desfășoară potrivit instrucțiunilor de autorizare elaborate de Regia Autonomă de Electricitate.

- Î. Prin ce document este atestată calitatea de electrician autorizat ?

R. Candidatului care a fost declarat reușit la examenul de autorizare i se atestează calitatea de electrician autorizat prin carnetul de electrician autorizat, document care este nominal, netransmisibil și este valabil pe tot teritoriul țării, pe baza vizei periodice a emitentului.

- Î. În ce condiții se poate exercita activitatea de electrician autorizat ?

R. Titularul carnetului de electrician autorizat poate exercita activitatea de electrician autorizat atât ca angajat al unui agent economic cu capital de stat sau privat, cât și pe cont propriu, dacă dispune de autorizație de funcționare.

- Î. Care sunt competențele pentru fiecare din cele patru grade pe care le poate obține un electrician autorizat ?

R. **Gradul I** : acordă competență pentru lucrări la instalații electrice de joasă tensiune cu puteri instalate până la 10 kW inclusiv.

Gradul II : acordă competență pentru instalații electrice de joasă tensiune cu puteri instalate până la 200 kW inclusiv.

Gradul III : acordă competență pentru lucrări de instalații electrice de joasă și de medie tensiune cu putere nelimitată.

Gradul IV : acordă compentență pentru lucrări de instalații electrice la toate tensiunile și putere nelimitată.

-Î. În ce termen de la intrarea în vigoare a regulamentului aprobat în anul 1993 electricienii autorizați sunt obligați să se prezinte la reexaminare pentru verificarea cunoștințelor privind noul regulament ?

R. În termen de maximum doi ani de la data intrării în vigoare a noului regulament, cu care ocazie se va primi și autorizația corespunzătoare noilor grade.

-Î. Ce obligații au electricienii autorizați în legătură cu instalațiile electrice pe care le proiectează și le execută ?

R. Electricienii autorizați au obligația ca in activitatea pe care o prestează, în baza titlului obținut, să respecte întocmai prevederile actelor normative privind proiectarea, execuția și verificarea instalațiilor electrice.

-Î. Ce obligații au electricienii autorizați in privința comportamentului în relațiile cu beneficiarii și cu furnizorii de energie electrică ?

R. În relațiile cu beneficiarii și cu furnizorii de energie electrică electricienii autorizați au obligația să aibă un comportament corect din punct de vedere etic și profesional.

- Î. Ce le este interzis electricienilor autorizați ?

R. Electricienilor autorizați li se interzic :

- semnarea de documentații pentru lucrări pe care nu le-au executat, verificat sau supravegheat personal ;
- executarea de lucrări în afara competenței prevăzute în autorizația obținută;
- începerea execuției unei instalații de utilizare pentru care nu există avizul de racordare al furnizorului ;
- executarea racordării instalației de utilizare la rețeaua electrică a furnizorului;
- ruperea sau violarea sigiliilor furnizorului sau reconectarea unei instalații deconectate de furnizor;
- intervenția sub orice formă în instalațiile furnizorului.

- Î. Ce obligație are instalatorul autorizat după ce a executat o instalație electrică de utilizare sau alimentare ?

R. Electricienii autorizați care au proiectat, supravegheat în execuție sau au executat o instalație de utilizare sau de alimentare sunt obligați să participe la conectarea instalației respective la rețeaua furnizorului, la data stabilită de acesta de comun acord cu beneficiarul.

- Î. În ce condiții se face reprogramarea racordării unei instalații de utilizare cu achitarea taxelor corespunzătoare de către beneficiarul lucrării ?

În cazul neprezentării electricianului autorizat responsabil de lucrare la data stabilită de furnizor pentru conectarea la rețeaua sa, sau în cazul unor deficiențe constatate în instalația de utilizare, care fac imposibilă racordarea, furnizorul va stabili o reprogramare a racordării instalației de utilizare, cu suportarea de către beneficiar a cheltuielilor suplimentare aferente.

-Î. Cine este împuternicit să elaboreze instrucțiuni de detaliere a unor reglementări ce decurg din regulamentul pentru furnizarea și utilizarea energiei electrice ?

R. Regia Autonomă de Electricitate -RENEL- este împuternicită să elaboreze instrucțiuni de detaliere a unor reglementări din regulament.

- Î. Ce documentație trebuie prezentată furnizorului pentru realizarea racordurilor și branșamentelor ?

R. Pentru realizarea racordurilor și a branșamentelor electrice viitorii consumatori trebuie să pună la dispoziția furnizorului avizul de racordare obținut, inclusiv acordurile definitive ale deținătorilor de teren sau alte proprietăți de pe traseul acestora și vor achita taxa de racordare stabilită potrivit reglementărilor în vigoare.

- Î. În ce situație modificarea instalației de alimentare se plătește integral de consumator ?

R. Atunci când modificarea instalației de alimentare cu energie electrică este solicitată de consumator.

- Î. Ce documentație trebuie să depună un viitor consumator la furnizor pentru racordarea și punerea în funcțiune a instalației de utilizare ?

R. În vederea racordării și punerii în funcțiune a instalațiilor de utilizare executate, trebuie să se depună la furnizor un dosar, întocmit de executant în conformitate cu instrucțiunile în vigoare.

- Î. Care sunt condițiile necesare pentru punerea sub tensiune a unei instalații de utilizare ?

R. Punerea sub tensiune a instalației de utilizare se va efectua numai de către furnizor, după ce s-a încheiat contractul de furnizare a energiei electrice. La punerea sub tensiune, care se face în prezența beneficiarului și a executantului lucrării, acesta din urmă va prezenta atestarea în scris că s-au efectuat în prealabil toate verificările tehnice necesare, cu buletinele respective, din care să rezulte că instalația corespunde normelor, prescripțiilor și normativelor în vigoare.

- Î. Ce caracter juridic are avarierea, distrugerea sau degradarea instalațiilor de alimentare cu energie electrică ?

R. Distrugerea, avarierea sau degradarea instalațiilor de alimentare, proprietatea furnizorului, prin intervenții necontrolate sau intenționate, sunt considerate, după caz, contravenții sau infracțiuni.

- Î. Care este elementul fizic la care se stabilește punctul de delimitare a instalațiilor electrice ale furnizorului de cele ale consumatorului ?

R. Elementul fizic la care se stabilește punctul de delimitare trebuie să fie un element al instalațiilor care permite realizarea efectivă a separării instalațiilor ce aparțin furnizorului de cele ale consumatorului, și acesta poate fi : clemă, bornă, izolatori de trecere, cutie terminală etc.

-Î. Ce sunt convențiile de exploatare ?

R. Convențiile de exploatare sunt documentele care se încheie între furnizorul de energie electrică și marii consumatori industriali, în care sunt trecute obligațiile reciproce referitoare la exploatarea și întreținerea instalațiilor electrice și urmărirea regimului de consum. Convențiile de exploatare formează anexe la contractul de furnizare.

-Î. Cine aprobă oprirea pentru reparații a instalațiilor dintr-o centrală electrică interconectată, proprietate a unui consumator, atunci când oprirea respectivă conduce la reducerea puterii ce se poate produce în centrala respectivă?

R. Oprirea se aprobă, la cererea consumatorului, de către dispecerul energetic național, prin treapta de dispecer care are această competență.

-Î. Ce sancțiune se aplică unui consumator cu centrală electrică proprie pentru energia electrică prevăzută în contract și nelivrată în rețeaua furnizorului în perioada în care în sistemul energetic se aplică limitări de consum ?

R. Consumatorul plătește furnizorului de patru ori contravaloarea energiei electrice nelivrate, la tariful convenit, cu excepția cazurilor prevăzute în mod expres în contractul încheiat între cele două părți.

-Î. În care situații furnizorul nu răspunde față de consumator pentru întreruperea furnizării energiei electrice sau pentru calitatea energiei electrice furnizate ?

R. În cazul unor calamități sau al unor fenomene ale naturii care au avut o intensitate mai mare decât cele prevăzute în prescripțiile de proiectare, precum și pentru întreruperile cauzate de consumator.

-Î. Ce obligații are furnizorul de energie electrică atunci când apar deranjamente în instalațiile de distribuție și de alimentare ale consumatorilor ?

R. Să ia măsuri neîntârziate de remediere a defectelor și deranjamentelor din instalațiile care intră în obligația sa de exploatare.

-Î. Ce obligații are furnizorul de energie electrică atunci când cauzele deranjamentelor sunt localizate în instalațiile de utilizare sau în instalațiile furnizorului, dar sunt din culpa consumatorului?

R. În asemenea cazuri, dacă este solicitat, furnizorul va remedia defecțiunile constatate, iar cheltuielile legate de remediere și de deplasare ale personalului de intervenție al furnizorului vor fi suportate de consumator.

-Î. Care sunt principalele obligații ale consumatorului ?

R. Principalele obligații ale consumatorului sunt :

- să respecte întocmai clauzele contractuale și, în mod special, să se încadreze permanent în puterile și cantitățile de energie contractate ;

- să exploateze și să întrețina instalațiile proprii în conformitate cu prescripțiile și normativele în vigoare ;

- să realizeze un factor de putere mediu lunar de 0,92 sau cel optim rezultat din calcule tehnico-economice ;

- să păstreze permanent în bună stare instalațiile și utilajele aparținînd furnizorului care se află în incinta lui;

- să nu modifice valorile parametrilor de protecție și reglaj stabilite de comun acord cu furnizorul ;

- să respecte dispozițiile venite de la dispecerul furnizorului pe linie energetică;

- să permită necondiționat accesul în incinta sa a mijloacelor de transport cu echipa de intervenție a furnizorului, în scopul executării lucrărilor de revizii și reparații sau pentru remedierea unor deranjamente sau avarii la instalațiile electrice ale furnizorului;

- să întocmească și să pună la dispoziția furnizorului, la cerere, curbele de consum zilnice, pe perioada solicitată, iar consumatorii care au centrale electrice proprii să comunice și datele privind funcționarea acestora.

-Î. Care sunt principalele drepturi ale furnizorului ?

R. Principalele drepturi ale furnizorului sunt :

- să controleze la consumatori încadrarea în prevederile contractului;

- să sesizeze organelor juridice cazurile de consum fraudulos de energie electrică sau de distrugeri, degradări și sustrageri de elemente din instalațiile electrice proprii, în scopul recuperării pagubelor.

-Î. În ce cazuri consumatorii au dreptul să solicite furnizorului să ia măsuri corespunzătoare ?

R. Consumatorii au dreptul să solicite furnizorului să ia măsuri corespunzătoare în următoarele situații:

- când apar deranjamente în instalația de alimentare;

- la funcționarea necorespunzătoare a echipamentului de măsurare a puterii și (sau) a energiei electrice;

- la depășirea limitelor de variație admisibile ale parametrilor de calitate (frecvență și tensiune);

- la reconsiderarea mărimilor de reglaj ale protecțiilor, în cazuri justificate ;

- pentru plata energiei electrice neconsumate, ca urmare a întreruperilor și a limitărilor impuse de furnizor;

- la reducerea tarifelor în condițiile furnizării energiei electrice în afara limitelor parametrilor de calitate;

- pentru accesul delegatului consumatorului la echipamentele de măsurare, când acestea sunt montate în instalația furnizorului.

-Î. Care sunt principalele abateri din partea consumatorilor, în urma cărora furnizorul poate întrerupe furnizarea energiei electrice ?

R. Principalele abateri ale consumatorilor care dau dreptul furnizorului să întrerupă furnizarea energiei electrice sunt :

- consum de energie fără încheierea contractului de furnizare;

- consum fraudulos de energie electrică;

- la cererea furnizorului sau a dispecerului energetic, consumatorul nu aplică, în regim de restricții, reducerea puterii absorbite convenite prin contract;

- consumatorul a depășit consumul de energie electrică sau puterile contractate în orele de vârf sau în afara acestora, neluând măsuri de încadrare la cererea furnizorului.

-Î. În ce condiții un consumator are dreptul să-și recupereze energia electrică neconsumată în perioada de limitări ?

R. Cu acordul furnizorului, consumatorul are dreptul ca într-o perioadă de maximum 30 de zile să recupereze energia electrică neconsumată în perioada de limitări prin depășirea zilnică a energiei prevăzută în contract, dar fără să depășească puterea contractată la orele de vârf.

-Î. Cum se pot realimenta cu energie electrică consumatorii cărora, pentru neplata consumului de energie electrică, li s-a desființat branșamentul sau racordul ?

R. Consumatorul poate cere o nouă instalație de alimentare (branșament sau racord), urmând metodologia pentru un nou consumator, dar numai după ce a plătit facturile restante și majorările respective.

-Î. Cum se aplică tariful binom la un consumator care are pentru același loc de consum două sau mai multe puncte de alimentare, dotate cu echipamente distincte de măsurare ?

R. În situația în care nu există posibilitatea tehnică de însumare a puterii simultane a tuturor punctelor de măsurare, atunci, pentru consumatorul respectiv, tariful binom se aplică separat pentru fiecare punct de măsurare, respectiv de delimitare.

9.2. PROIECTAREA ȘI EXECUTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE CU TENSIUNI DE PÂNĂ LA 1000VC.A ȘI 1500VC.C

-Î. Ce este coeficientul de simultaneitate ?

R. Este raportul dintre suma puterilor nominale ale receptoarelor unui consumator sau ale receptoarelor care funcționează simultan și sunt alimentate din același circuit sau aceeași coloană și suma puterilor nominale ale tuturor receptoarelor consumatorului sau a celor alimentate din circuitul sau coloana respectivă.

- Î. Ce se înțelege prin încăperi uscate ?

R. Încăperile uscate sunt acele încăperi în care nu se produce ceață și nu apare apă de condensație pe pereți, ca de exemplu, camerele de locuit, birourile, sălile de clasă, teatrele, cinematografele etc.

-Î. Ce se înțelege prin încăperi umede cu intermitență ?

R. Încăperile în care umiditatea se poate manifesta pe perioade scurte de timp, sub formă de apă de condensație pe pereți, cum sunt bucătăriile, camerele de baie cu aerisire directă, grupurile sanitare din clădirile de locuit, călcătoriile și uscătoriile de bloc.

- Î. Ce se înțelege prin mediu umed ?

R. Mediul în care apa se prezintă sub formă de picături care cad vertical, ca de exemplu, camerele de baie fără aerisire directă, bucătăriile de la cantine și restaurante.

-Î. Ce se înțelege prin mediu ud ?

R. Mediul în care apa se prezintă frecvent sub formă de ploaie care cade din toate direcțiile, cum sunt băile publice sau încăperile pentru spălarea autovehiculelor.

- Î. Ce se înțelege prin mediu conducător electric ?

R. Mediul în care omul este frecvent sau permanent supus potențialului pământului datorită contactului cu elemente de construcție bune conducătoare electric (pardoseli din metal, beton, mozaic).

- Î. Ce fel de materiale, aparate, echipamente și receptoare sunt admise pentru executarea instalațiilor electrice ?

R. Numai materialele, aparatele, echipamentele și receptoarele omologate.

-Î. Ce criterii se au în vedere la alegerea tipului și a modului de instalare a aparatelor, echipamentelor și receptoarelor ?

R. Criterii tehnico-economice.

-Î. Cum se face alegerea caracteristicilor materialelor, aparatelor, echipamentelor și receptoarelor electrice ?

R. Alegerea acestora se face ținându-se seama de :

- parametrii regimului de funcționare (tensiune, curent, frecvență, putere);
- categoria sau categoriile în care se încadrează încăperea, spațiul sau zona respectivă din punctul de vedere al mediului;
- destinația construcției;
- caracterul specific al instalației electrice respective.

-Î. Ce condiții trebuie avute în vedere la amplasarea și montarea instalațiilor electrice ?

R. La amplasarea instalațiilor electrice se va avea în vedere respectarea următoarelor condiții:

- să se evite încăperile, spațiile sau zonele în care ar putea fi periclitată integritatea lor (temperaturi ridicate,agenți corozivi, șocuri mecanice);
- să se asigure accesul ușor la instalații pentru verificări, depistări și remedieri de defecte, pentru intervenții în caz de incendiu;
- să se evite încăperile, spațiile sau zonele cu pericol de electrocutare.

-Î. În ce cazuri este interzisă amplasarea instalațiilor electrice?

R. Se interzice amplasarea instalațiilor electrice în interiorul canalelor de ventilație, prin care se evacuează praf combustibil, vapori sau gaze combustibile, precum și în interiorul canalelor de ventilație ale sălilor aglomerate, clădiri înalte, hoteluri, cămine de bătrîni, gradinițe.

-Î. Se admite amplasarea instalațiilor electrice în structura de rezistență a construcțiilor ?

R. Da, numai în condițiile prevăzute în normativul P-100.

- Î. În ce condiții se admite montarea pe materiale combustibile a conductoarelor electrice cu izolație normală, a cablurilor cu manta din materiale combustibile sau a tuburilor din materiale plastice ?

R. În condițiile în care între acestea și materialul combustibil se interpun materiale incombustibile ca, de exemplu, stratul de tencuială de minimum 1 cm grosime sau plăci de azbest cu grosimea de minimum 0,5 cm și cu o lățime care depășește cu cel puțin 3 cm, pe toate laturile, elementul de instalație electrică.

- Î. Cum se dimensionează secțiunea conductoarelor electrice ?

R. Dimensionarea conductoarelor electrice din rețelele de distribuție și din instalațiile de utilizare se face ținându-se seama de următoarele condiții ce trebuie îndeplinite simultan :

- rezistență mecanică suficientă;
- nedepășirea limitei de încălzire a conductoarelor ;
- nedepășirea unui anumit procent de pierdere de tensiune în conductoare;

- nedepășirea unui anumit procent de pierdere de putere în conductoare;

- stabilitate dinamică suficientă la scurtcircuit (în cazul barelor).

-Î. La ce condiții sunt verificate secțiunile conductoarelor electrice ?

R. Secțiunile determinate se verifică la condițiile de pierdere de tensiune și de secțiune minimă (de rezistență mecanică). La instalațiile electrice de forță, secțiunile determinate se verifică și la condiția de stabilitate termică în regim de scurtă durată la pornire.

-Î. Cum se stabilește valoarea curentului maxim admisibil într-un conductor pentru regim permanent de lucru ?

R. Valoarea curentului maxim admisibil se stabilește pe baza datelor din tabele, în funcție de materialul, secțiunea și natura izolației conductorului și de modul lui de montare.

-Î. Care sunt valorile densității de curent maxim admisă pentru care se verifică la stabilitatea termică secțiunile instalațiilor de forță ?

R. Pentru conductoare de cupru de 35 A/mm^2, iar pentru conductoare de aluminiu 20 A/mm^2.

-Î. Care sunt pierderile de tensiune maxim admise ?

R. Pierderile de tensiune maxim admise sunt :

a) În cazul alimentării consumatorului direct din rețeaua de joasă tensiune, valoarea pierderilor de tensiune față de tensiunea nominală a rețelei trebuie să fie de cel mult 3 % în instalații electrice de iluminat și 5 % în restul instalațiilor.

b) Când alimentarea consumatorului se face dintr-un post de transformare sau din centrală proprie, valoarea pierderilor de tensiune trebuie să fie de cel mult 8 % în instalații electrice de iluminat și de 10 % în restul instalațiilor.

c) În cazul instalațiilor de alimentare a motoarelor electrice pierderea de tensiune la pornire față de tensiunea nominală trebuie să fie de maximum 12 %, dacă nu se dispune de date precise.

- Î. Cum se face pornirea motoarelor electrice ?

R. Pornirea motoarelor se poate face după cum urmează:

a) Pornirea directă pentru motoarele monofazate cu puteri până la 4 kW la tensiunea între faze a rețelei de 220 V și până la 5,5 kW pentru motoarele trifazate la tensiunea de 380 V între faze.

b) Pornirea se realizează cu aparate de pornire pentru motoarele cu puteri mai mari decât cele de punctul a).

c) Pentru motoarele cu puteri mai mari de 5,5 kW ale unor consumatori racordați direct la rețeaua furnizorului de energie electrică, cum sunt, de exemplu, stațiile de hidrofor, de pompe de incendiu, punctele termice

etc., condițiile de pornire se stabilesc de la caz la caz, în funcție de natura consumatorului, cu avizul furnizorului de energie electrică.

d) Pentru consumatorii alimentați din posturi de transformare, puterea motoarelor ce pot fi pornite direct se determină prin calcul, dar nu trebuie să depășească 20 % din puterea transformatoarelor în funcționare.

e) În cazul consumatorilor alimentați din surse proprii de energie electrică, puterea motoarelor ce pot fi pornite direct se determină prin calcul, verificându-se satisfacerea condițiilor de pierdere de tensiune admisă.

-Î. Cum se realizează protecția motoarelor la scurtcircuit ?

R. Protecția motoarelor la scurtcircuit se realizează cu siguranțe fuzibile montate pe toate fazele sau cu relee electromagnetice, cu condiția ca aparatele de conectare să asigure ruperea curentului de scurtcircuit în punctul respectiv. Curentul de reglaj al releelor electromagnetice se stabilește în funcție de curentul de pornire al motorului (4,5 In).

- Î. Cum se realizează protecția motoarelor la suprasarcină ?

R. Cu relee termice reglate pentru valori cuprinse între 1,05- 1,20 ori intensitatea curentului nominal al motorului.

-Î. În ce cazuri se prevede protecție la lipsa de tensiune sau la tensiune minimă?

R. Protecția la lipsă de tensiune sau la tensiune minimă se prevede în următoarele cazuri :

a) La motoarele cu pornire prin aparate de pornire cu acționare manuală.

b) La motoarele a căror autopornire nu este permisă din motive de securitate sau datorită condițiilor impuse de procesul tehnologic.

- Î. În încăperile pentru dușuri individuale sau colective și în băile și spălătoriile colective (categoria U3 de mediu) se admite montarea întrerupătoarelor și prizelor ?

R. Nu.

- Î. În încăperile pentru băi și în spălătorii de utilizare familială (categoria U2 de mediu) se admite montarea întrerupătoarelor și prizelor ?

R. Nu. Fac excepție și se pot monta în astfel de încăperi prize alimentate prin transformator de separație individual, înglobat în corpul prizei.

-Î. În încăperile pentru băi și dușuri se admite montarea butoanelor de sonerie?

R. Da, cu condiția ca tensiunea de alimentare a soneriei să fie de maximum 8V, acționarea butonului soneriei să se facă prin șnur din material electroizolant și butonul soneriei să se instaleze la înălțimea de minimum 2,2 m, măsurată de la fundul căzii de baie sau de duș.

- Î. Ce încăperi distincte se prevăd pentru stațiile de baterii stabile de acumulatoare ?

R. Se prevăd următoarele încăperi :

- încăperea bateriilor de acumulatoare;
- încăperea pentru tabloul electric și echipamentele de încărcare (redresoare, convertizoare de curent continuu);
- încăperea tampon;
- încăperea depozitului de electrolit, apă distilată și materiale de rezervă.

- Î. Cum se execută legăturile electrice la acumulatoare ?

R. Prin sudură.

- Î. În ce situații se cer două căi independente de alimentare cu energie electrică pentru pompele și robinetele de incendiu ?

R. Se cer două căi de alimentare pentru următoarele cazuri:

- clădirile înalte;
- teatrele cu o capacitate de peste 600 locuri;
- sălile aglomerate, altele decât teatrele, având o capacitate de peste 1500 locuri;
- studiourile RTV;
- rafinăriile chimice și petrochimice.

- Î. Care sunt cazurile pentru care schema de comandă a pompei de incendiu de rezervă este concepută să intre automat în funcțiune ?

R. Schema de comandă a pompei de incendiu de rezervă este concepută să intre automat în funcțiune în următoarele cazuri :

- la dispariția tensiunii de alimentare a pompei în funcțiune;
- la oprirea pompei în funcțiune din cauza unui defect;
- când pompa în funcțiune nu asigură parametrii ceruți (debit, presiune).

- Î. Cum se racordează coloanele de alimentare a pompelor de incendiu la cofret sau la tabloul general ?

R. Coloanele tabloului de distribuție al pompelor de incendiu se racordează înaintea întrerupătorului general sau siguranțelor generale ale tabloului sau cofretului din care se alimentează.

- Î. În ce situații se prevede comanda automată a pompelor de incendiu ?

R. În cazurile când nu există personal calificat pentru punerea lor în funcțiune în timp util și în cazul instalațiilor speciale de stingere (apă pulverizată).

- Î. Cum se execută comanda manuală de pornire a pompelor de incendiu ?

R. Prin butoane de pornire amplasate atât în încăperea pompelor de incendiu, cît și la distanță, în diferite alte puncte de comandă (clădirea formației de pompieri, camera de comandă, în secții de fabricație etc.).

- Î. Care sunt distanțele minime de la părțile aflate sub tensiune ale firmelor și reclamelor luminoase amplasate în exteriorul clădirilor până la sol, respectiv până la elemente ale construcțiilor?

R. Distanțele respective sunt următoarele :

- 3 m până la sol (trotuare);
- 1,5 m până la balcoane, terase, ferestre;
- 3 m până la acoperișuri accesibile în mod normal;
- 1 m până la acoperișuri inaccesibile în mod normal.

-Î. Care este distanța minimă pe orizontală de la firme sau reclame luminoase până la cea mai apropiată linie de contact pentru tramvaie sau troleibuze ? Dar până la suporturile liniilor de contact (stâlpi, console, suspensii), aflate în legătură cu pământul ?

R. Distanțele respective sunt :

- 2,2 m;
- 0,5 m.

- Î. Cum se execută rețelele electrice exterioare de joasă tensiune în incinta unor șantiere ?

R. Se execută cu conductoare torsadate. Se evită utilizarea conductoarelor neizolate, cu excepția celor pentru instalațiile de ridicat și transport și pentru instalațiile de protecție împotriva electrocutărilor.

- Î. Ce fel de tablouri de distribuție se prevăd pe șantiere ?

R. În interiorul construcțiilor în lucru se utilizează tablouri de distribuție închise în cutii prevăzute cu ușă și cheie. În exterior, se utilizează tablouri în execuție capsulată sau închise în cutii etanșe, cu garnitură, și prevăzute cu cheie.

- Î. Cum se asigură alimentarea cu energie a utilajelor electrice de pe șantiere?

R. Utilajele electrice se alimentează direct din tabloul de distribuție prin circuite separate, prin instalații electrice fixe și circuit separat pentru fiecare utilaj.

In cazul utilajelor care își schimbă frecvent amplasamentul se admite alimentarea prin prize și cordoane speciale pentru instalații electrice mobile. Prizele se aleg de tip cu contact de protecție, cu grad de protecție minim IPW 335.

- Î. Ce măsuri suplimentare de protecție se iau împotriva electrocutării în cazul instalațiilor electrice exterioare de șantier executate cu conductoare neizolate?

R. Măsurile care se iau în astfel de situații sunt :

- în punctele cele mai înalte ale șantierului se prevăd descărcătoare legate la priza de pământ;

- stâlpii din beton armat ai liniilor aeriene de joasă tensiune se leagă la pământ prin continuitatea armăturilor metalice;

- la stâlpii de lemn, elementele metalice montate pe ei se leagă la conductorul de protecție;

- descărcătoarele de supratensiune se montează cât mai aproape de receptoarele de energie electrică cu înfășurări (motoare, transformatoare de sudură).

- Î. Ce tensiune de alimentare se admite pentru utilajele portabile folosite în medii sau procese umede (mașină de frecat mozaic, vibratoare pentru beton) ?

R. Se admite o tensiune de cel mult 24 V. Pentru tensiuni de alimentare mai mari de 24 V se vor lua ca măsuri suplimentare de protecție separarea de protecție sau izolarea suplimentară de protecție.

- Î. Când se pot amplasa bateriile de acumulatoare în dulapuri sau în nișe ventilate, renunțându-se la o încăpere specială pentru ele ?

R. Când bateria de acumulatoare are o capacitate de maximum 72 Ah și tensiunea de maximum 24 V.

- Î. Ce se înțelege prin separarea de protecție și cum se realizează ?

R. Prin separare de protecție se înțelege separarea cu ajutorul unui transformator special, numit transformator de separație a circuitului de alimentare a unui singur receptor, sau printr-un grup motor-generator, de restul instalației. Transformatorul de separație are o construcție specială iar raportul de transformare este egal cu unu. El trebuie să alimenteze numai un singur receptor pentru o intensitate maximă de curent de 15 A și să aibă înfășurarea secundară izolată față de pământ.

De asemenea, el trebuie să aibă o izolație suplimentară cel puțin pe înfășurarea secundară, carcasa sa metalică să fie legată la conductorul de protecție, să aibă întrerupător pe circuitul primar de alimentare și siguranțe pe ambele circuite (primar și secundar).

- Î. Cum se recomandă să fie executată rețeaua generală de protecție de pe șantier ?

R. Se recomandă să se execute o rețea de protecție buclată, legată la două prize de pământ fixe, fiecare cu o rezistență de cel mult 4 Ω, dacă distanța de la cel mai depărtat utilaj până la oricare dintre prize, în cazul conductorului de oțel, este mai mică de 150 m, respectiv mai mică de 500 m, în cazul celor de cupru. Dacă distanța este mai mare, se intercalează prize de pământ suplimentare de cel mult 4 Ω.

-Î. Ce condiții trebuie să îndeplinească pe șantier o rețea generală de protecție ramificată ?

R. Rețeaua trebuie legată la toate capetele de linii și la punctele de ramificație la câte o priză de pământ fixă. Prizele fixe vor avea cel mult 10 Ω, în cazul solului

cu rezistivitate $\rho \leq 10^4\ \Omega cm$, și de 20 Ω în cazul solului cu rezistivitate $\rho \geq 10^4 \Omega$ cm. În ambele cazuri, rezistența totală a instalației de legare la pământ trebuie să nu depășească 4 Ω.

-Î. Din ce fel de conductoare (ca material) se execută pe șantiere rețeaua generală de protecție pentru legarea la pământ ?

R. Din conductoare de oțel cu secțiuni de minimum 140 mm^2 sau din conductoare de cupru cu secțiunea de minimum 25 mm^2.

- Î. Cum se poate recunoaște la o rețea de alimentare aeriană de pe un șantier conductorul rețelei generale de protecție ?

R. Conductorul este fixat pe izolatoare vopsite cu culoarea combinată verde-galben și care sunt montate pe stâlpi la o distanță de minimum 45 cm sub ultimul izolator al rețelei.

-Î. Cum se execută derivațiile de la rețeaua generală de protecție spre părțile metalice pentru legarea lor la pământ ?

R. Între rețea și tabloul de distribuție cu conductoare din oțel cu secțiunea de minimum 140 mm^2 sau din conductoare de cupru cu secțiunea de minimum 25mm^2. De la tabloul de distribuție până la partea metalică se continuă cu legătura dublă, conectată în puncte diferite la partea metalică și cu secțiunea minimă de 70 mm^2 oțel sau, în cazurile în care conductoarele nu se pot instala aparent, cu secțiunea minimă de 25 mm^2 Cu.

- Î. În ce situație este obligatorie folosirea conductoarelor și barelor de cupru?

R. Folosirea cuprului este obligatorie în următoarele situații :

a) la circuitele pentru alimentarea receptoarelor de importanță deosebită, cum sunt cele din blocul operator, încăperile pentru reanimare, încăperile pentru serviciile de urgență din spitale, instalațiile de prevenire și stingere a incendiilor;

b) la instalațiile electrice de pe utilajele mobile supuse vibrațiilor ;

c) la instalațiile de protecție contra electrocutărilor;

d) la circuitele electrice de comandă, automatizare, măsură și protecție;

e) la iluminatul de siguranță.

-Î. În ce condiții instalațiile electrice se pot monta pe trasee comune cu ale altor instalații ?

R. Instalațiile electrice se pot monta pe trasee comune cu ale altor instalații, după cum urmează:

- deasupra conductelor de apă, canalizare și gaze lichefiate;

- sub conductele de gaze naturale și sub conductele calde (cu temperaturi peste 40°C).

-Î. În ce condiții se admite trecerea conductoarelor și a barelor electrice prin elemente de construcție din materiale incombustibile ?

R. Trecerile respective se admit astfel :

- în cazul conductoarelor neizolante și al barelor, trecerea se face folosind izolatoare de trecere sau plăci electroizolatoare de trecere, încastrate în zid și prevăzute cu goluri de trecere;

- în cazul conductoarelor izolate, trecerea se face folosindu-se tuburi de protecție pe porțiunea de trecere.

-Î. În ce condiții se admite trecerea conductoarelor și barelor electrice prin elemente de construcție din materiale combustibile?

R. Condițiile sunt după cum urmează :

- în cazul conductoarelor neizolate și al barelor trecerea prin materiale combustibile se face folosind izolatoare de trecere sau plăci electroizolatoare de trecere, etanșând golurile cu materiale incombustibile și electroizolante;

- în cazul conductoarelor izolate, trecerea se face folosind tuburi de protecție pe porțiunea de trecere, etanșând golurile cu materiale incombustibile și electroizolante.

-Î. Este admisă executarea legăturilor electrice între conductoare în interiorul tuburilor sau țevilor de protecție ?

R. Nu.

-Î. Unde se execută legăturile electrice între conductoarele izolate pentru îmbinări sau derivații ?

R. Se execută numai în duze sau cutii de legătură.

-Î. Cum se execută legăturile pentru îmbinări sau derivații între conductoarele de cupru ?

R. Prin răsucire și matisare, prin cleme speciale sau prin presare cu scule și accesorii corespunzătoare.

-Î. Cum se execută legăturile pentru îmbinări sau derivații între conductoarele de aluminiu ?

R. Prin cleme speciale, prin presare cu scule și accesorii corespunzătoare, prin metalizare asociată cu lipire sau prin sudură.

- Î. Cum se execută legăturile între bare ?

R. Cu șuruburi, cleme sau prin sudură.

- Î. Care sunt distanțele minime admise pe verticală între conductoarele neizolate și elemente de pe traseul lor ?

R. Aceste distanțe sunt :

- sol : 6 m;

- acoperișuri circulabile, terase, balcoane: 3 m;

- uși, ferestre : 3 m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor cu manipulare frecventă: 3m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor fără manipulare frecventă : 2,75m.

- Î. Dar în cazul conductoarelor izolate ?

R. Distanțele respective sunt :

- sol : 3 m;
- acoperișuri circulabile, terase, balcoane: 3 m;
- uși, ferestre : 0,3 m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor cu manipulare frecventă : 1,2m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor fără manipulare frecventă : 1m.

- Î. Care sunt distanțele minime pe orizontală admise între conductoarele neizolate și elemente de pe traseul lor ?

R. Distanțele sunt :

- acoperișuri circulabile, terase, balcoane: 1,75 m;
- uși, ferestre : 1,5 m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor cu manipulare frecventă: 1,75m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor fără manipulare frecventă: 1,50m.

- Î. Dar în cazul conductoarelor izolate ?

R. Aceste distanțe sunt :

- acoperișuri circulabile, terase, balcoane: 1,0 m;
- uși, ferestre : 0,3 m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor cu manipulare frecventă: 1,0m;
- elemente ale instalațiilor și utilajelor fără manipulare frecventă: 0,8m.

-Î. Conductoarele electrice care aparțin mai multor circuite electrice pot fi instalate în același element de protecție ?

R. Da, dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții :

- toate conductoarele sunt izolate pentru aceeași tensiune;
- între secțiunile conductoarelor este o diferență de cel mult trei trepte;
- fiecare circuit este protejat împotriva supracurenților.

- Î. La ce înălțimi față de pardoseală se pot monta aparent tuburi din PVC ?

R. La peste 2 m.

- Î. Se admite montarea îngropată a tuburilor în izolația teraselor sau a acoperișurilor ?

R. Da, cu condiția ca duzele să fie instalate în interiorul clădirilor.

-Î. La ce distanță față de elementele de construcție se montează tuburile și țevile metalice în încăperi din categoriile de mediu umed, ud sau cu pericol de coroziune ?

R. La minimum 3 cm față de elementul de construcție.

- Î. În ce situații se admite utilizarea barelor electrice pentru coloane și tablouri de distribuție ?

R. În cazul curenților de peste 60 A.

- Î. În încăperi din categoria PC de mediu se admite montarea barelor ?

R. Da, dar numai în cutii capsulate, executate din materiale incombustibile. Se admite montarea deschisă numai a barelor utilizate pentru protecția împotriva electrocutărilor.

- Î. Cum se montează barele ?

R. Pe izolatoare sau pe suporturi izolatoare executate din materiale incombustibile sau greu combustibile.

Distanța între izolatoarele suport ale barelor se determină pe bază de calcul mecanic.

- Î. Cum se montează cablurile electrice cu manta de plumb și cablurile armate fără înveliș protector în încăperi din categoria de mediu ud și cu pericol de coroziune ?

R. Cablurile trebuie protejate prin acoperire cu lac protector.

-Î. Se admite utilizarea cordoanelor electrice flexibile pentru executarea instalațiilor electrice fixe?

R. Nu.

-Î. La ce înălțime față de nivelul pardoselii se montează întrerupătoarele și comutatoarele ?

R. La înălțimea de 0,6 - 1,5 m, măsurată de la axul aparatului până la nivelul pardoselii finite.

-Î. La ce înălțime se montează prizele ?

R. La următoarele înălțimi, măsurate de la axul aparatului până la nivelul pardoselii finite :

- peste 2,0 m, în clasele școlilor;
- peste 1,5 m, în camere de copii, creșe, grădinițe, cămine și spitale de copii;
- peste 0,1 m, în alte tipuri de încăperi, indiferent de natura pardoselii.

- Î. Care sunt distanțele de izolare în aer între părțile sub tensiune neizolate la un tablou de distribuție ?

R. Aceste distanțe sunt :

- 50 mm până la elemente de construcție (uși pline, pereți);
- 100 mm până la pereți sau uși din plasă;
- 200 mm până la bariere de protecție.

Pereții și îngrădirile de protecție și ușile pline sau din plasă se execută cu înălțimea de minimum 1,7 m, iar barierele cu înălțimea de minimum 1,2 m.

-Î. La ce înălțime se instalează tablourile de distribuție ?

R. Se instalează astfel încât înălțimea laturii de sus a tablourilor față de pardoseala finită să nu depășească 2,2 m. Fac excepție tablourile cu contoare din locuințe, pentru care se admite o înălțime de 2,6 m.

- Î. La ce înălțime se amplasează aparatele de măsurat sau cu citire directă ale tablourilor ?

R. La înălțimea de 1 m până la 2 m, măsurată între axul aparatelor și pardoseala finită.

- Î. Cum se racordează la circuitul de alimentare receptoarele electrice cu tensiuni între fază și nul de 220 V și cu curent nominal de până la 6 A ?

R. Prin prize care pot servi atât pentru conectarea cât și pentru deconectarea receptoarelor.

- Î. Receptoarele electrice cu puterea nominală până la 2 kW se pot racorda prin prize la circuitul de alimentare ?

R. Da. Fac excepție mașinile de spălat cu puteri până la 2,5 kW din locuințe, care pot fi racordate prin prize dintr-un circuit separat.

-Î. Dar receptoarele cu puteri nominale peste 2 kW ?

R. Receptoarele cu puteri peste 2 kW se alimenteaza prin racorduri fixe, iar pentru conectarea și deconectarea lor se prevăd dispozitive de comandă pe circuitul fix de alimentare, dacă receptorul nu este prevăzut cu întrerupător de către fabricant.

-Î. Pe care din conductoarele unei instalații electrice se interzice montarea de siguranțe ?

R. Montarea de siguranțe se interzice :

- pe conductoarele folosite ca nul de lucru;
- pe conductoarele instalațiilor de protecție.

-Î. În ce cazuri se prevăd instalații electrice pentru iluminatul de siguranță necesar continuării lucrului ?

R. Iluminatul de siguranță pentru continuarea lucrului se prevede:

- la locuri de muncă cu receptoare de categoria 0 și 1;
- în încăperile blocului operator din spitale;
- în încăperile industriale, în laboratoare și în alte încăperi similare, în care utilajele necesită o supraveghere permanentă.

-Î. De câte tipuri este iluminatul de siguranță, ținând seama de condițiile de funcționare și de alimentare de rezervă cu energie electrică ?

R. De patru tipuri.

-Î. Ce se înțelege prin iluminat de siguranță de tipul 1 ?

R. Este tipul la care alimentarea de rezervă cu energie electrică trebuie să fie asigurată dintr-o sursă de intervenție, care poate fi o baterie centrală de acumulatoare cu funcționare tampon sau un grup electrogen. Lămpile iluminatului de siguranță de tip 1 trebuie să fie neîntrerupt în funcțiune pe toată perioada cât timp sunt prezente persoane în încăperile sau pe căile de evacuare din încăperile respective.

-Î. Ce se înțelege prin iluminat de siguranță de tipul 2 ?

R. Este tipul de iluminat la care alimentarea cu energie electrică trebuie să fie asigurată prin una din următoarele surse:

- baterie centrală de acumulatoare;
- grup electrogen cu pornire automată;
- dintr-un punct din rețeaua furnizorului și pe o cale diferită de cea a iluminatului normal.

Durata de comutare admisă pentru conectarea iluminatului de siguranță trebuie să fie între 2 și 15 secunde.

-Î. Ce se înțelege prin iluminat de siguranță de tipul 3 ?

R. Este tipul de iluminat la care alimentarea cu energie electrică trebuie să fie asigurată :

- dintr-un transformator sau branșament diferit de cel care alimentează iluminatul normal;
- dintr-o baterie locală de acumulatore.

Durata de comutare admisă pentru conectarea iluminatului de siguranttă este de cel mult un minut.

-Î. Ce se înțelege prin iluminat de siguranță de tipul 4 ?

R. Este tipul de iluminat la care alimentarea cu energie electrică se poate face din coloana tabloului general sau din coloana tabloului principal de forță al clădirii respective, cu racordarea înaintea întrerupătorului general sau a siguranțelor generale. Durata de comutare pentru conectarea iluminatului de siguranță de tipul 4 nu se normează.

-Î. Cum se asigură protecția instalațiilor electrice pentru forță?

R. Protecția instalațiilor electrice pentru forță se asigură astfel :

- prin siguranțe fuzibile al căror curent nominal să nu depășească de trei ori curentul maxim admisibil în conductoare în regim permanent;
- prin întrerupătoare automate, prevăzute cu relee maximale temporizate, reglate la cel mult 1,5 ori curentul maxim admisibil în conductoare în regim permanent;
- prin întrerupătoare automate prevăzute cu relee maximale cu acționare instantanee, reglate la cel mult 4,5 ori curentul maxim admisibil în conductoare în regim permanent.

-Î. Ce măsuri de protecție se iau în instalațiile electrice pentru evitarea accidentelor prin atingere directă ?

R. Se iau măsuri de eliminare a posibilităților de atingere întâmplătoare a elementelor aflate sub tensiune (prin izolări electrice, prevederi cu îngrădiri), de folosire a mijloacelor individuale de protecție, de utilizare a izolației suplimentare de protecție.

-Î. Ce măsuri de protecție se iau în instalațiile electrice cu neutrul legat direct la pământ, pentru evitarea accidentelor prin atingerea indirectă?

R. Se aplică una din următoarele măsuri de protecție: folosirea de tensiuni reduse, protecție prin legare la pământ sau prin legare la nul, izolația suplimentară de protecție, separarea de protecție, deconectarea automată în cazul apariției unei tensiuni periculoase de atingere sau a unei scurgeri periculoase de curent.

-Î. Se poate sau nu folosi o priză de pământ comună pentru mai multe categorii de instalații și în ce condiții ?

R. Se poate folosi o priză de pământ comună pentru instalațiile de energie electrică, de paratrăznet, de antene colective de radio și televiziune, de firme luminoase, aparate medicale, dar cu condiția ca priza comună să aibă o rezistență de dispersie a curentului în pământ de maximum 1 Ω, iar în cazul paratrăznetelor acestea să aibă conductoare separate de legătură la priza de pământ comună.

-Î. Ce condiții trebuie să îndeplinească construcția metalică a unei clădiri pentru ca aceasta să poată fi folosită și ca rețea generală de protecție ?

R. Trebuie să îndeplinească două condiții, și anume :

- să aibă o rezistență de dispersie de maximum 4 Ω;
- îmbinările diferitelor elemente metalice ale construcției să fie executate prin sudură.

- Î. Cu ce tensiune maximă pot fi alimentate dispozitivele electromecanice din construcțiile agrozootehnice care vin în contact direct cu corpul animalelor ?

R. Cu tensiunea maximă de 12 V. Dispozitivele respective (de muls, de tuns etc.) vor fi prevăzute cu izolare suplimentară de protecție.

-Î. Care este rezistența maximă de dispersie a prizelor de pământ de protecție din instalațiile agrozootehnice ?

R. Maximum 2 Ω.

-Î. Cum se face verificarea rezistenței de izolație a conductoarelor ?

R. Prin măsurarea rezistenței de izolație a conductoarelor între ele și a rezistenței de izolație a conductoarelor față de pământ.

Măsurarea rezistențelor de izolație se face cu megohmetrul, utilizîndu-se tensiunea la care funcționează instalația, dar cel puțin 500 V. Rezistența de izolație se consideră acceptabilă dacă este de minim 500000 Ω.

-Î. Ce operații de verificare se fac la terminarea unei instalații electrice ?

R. Trebuie făcute cel puțin următoarele verificări :

- rezistența de izolație a instalației ;
- legăturile din duze la aparate, tablouri;
- existența și funcționarea corectă a instalației de protecție contra electrocutării;
- rezistența prizei de pământ de protecție;
- alegerea corectă a siguranțelor;
- reglajul corect al releelor întrerupătoarelor automate.

-Î. Ce este stabilitatea termică ?

R. Capacitatea unui element conductor sau a unui aparat de a suporta efectul termic al unui curent electric în regim permanent sau de scurtcircuit, fără a depăși temperatura admisă.

-Î. Ce este stabilitatea dinamică?

R. Capacitatea unui element conductor sau a unui aparat de a suporta efectul electrodinamic al unui curent de scurtcircuit, păstrându-și calitățile funcționale.

-Î. Care sunt distanțele dintre două puncte succesive de fixare a cablurilor la montarea pe orizontală și, respectiv, de rezemare, la montarea pe verticală ?

R. Aceste distanțe sunt :

- pentru cablu armat:
  . 80 cm la montaj orizontal;
  . 150 cm la montaj vertical.
- pentru cablu nearmat :
  . 50 cm la montaj orizontal;
  . 100 cm la montaj vertical.

-Î. Care sunt adâncimile de pozare a cablurilor în șanțuri în condiții normale?

R. Adâncimile de pozare a cablurilor în șanțuri în condiții normale sunt:

- 0,7-0,8 m, în cazul cablurilor cu tensiune nominală până la 20 kV inclusiv;
- 1,0-1,2 m, în cazul cablurilor cu tensiune nominală peste 20 kV.

-Î. Cum se pozează cablurile în șanțuri ?

R. Se pozează între două straturi de nisip de circa 10 cm fiecare, peste care se pune un dispozitiv avertizor și pământul rezultat din săpături, din care s-au îndepărtat toate corpurile care ar putea produce deteriorarea cablurilor.

-Î. Se admite pozarea cablurilor în straturi suprapuse ?

R. Da, dacă acest fapt se justifică tehnico-economic.

-Î. Când se adoptă soluția de instalare a cablurilor în tuburi ?

R. Instalarea cablurilor în tuburi se adoptă:

- la traversarea carosabilului;

- când se impune o protecție mecanică ridicată.

-Î. Diametrul tubului trebuie să permită tragerea cablului fără risc de gripare. Care trebuie să fie raportul dintre diametrul interior al tubului și diametrul exterior al unui cablu ?

R. Minimum 1,5, în cazul tragerii unui singur cablu în tub și minimum 2,8, în cazul tragerii a trei cabluri monofazate în același tub.

-Î. Cum se realizează instalarea cablurilor sub apă?

R. Pozarea cablurilor trebuie făcută pe fundul apei, astfel încât cablurile să nu rămână suspendate.

-Î. Este admisă încrucișarea cablurilor pozate sub apă?

R. Nu.

-Î. Ce trebuie să asigure o cutie terminală ?

R. Protecția cablurilor împotriva pătrunderii umezelii și a altor substanțe cu acțiune corozivă.

-Î. Ce trebuie să asigure un manșon de legătură?

R. Manșonul de legătură asigură:

- continuitatea perfectă a conductoarelor din cablu;
- continuitatea circulației de ulei la cablurile cu ulei sub presiune;
- continuitatea electrică a benzilor metalice și etanșeitatea mantalei de plumb sau aluminiu;
- nivelul de izolație;
- protecția mecanică similară cu cea a cablului.

-Î. Care este numărul de manșoane de legătură admis pe 1 km de linie nou construită, pentru cabluri cu tensiune de 1-35 kV ?

R. Maximum patru manșoane.

-Î. Ce este tensiunea de serviciu (*Us*) a unei LEA ?

R. Este valoarea efectivă a tensiunii electrice între două faze ale rețelei, în condiții normale de lucru.

-Î. Ce sunt conductoarele torsadate și unde se folosesc ?

R. Sunt funii metalice izolate, împletite prin răsucire într-un fascicul și a căror întindere se realizează prin conductorul purtător (realizat din OL-AL), care joacă rol de nul. Astfel de conductoare se folosesc la LEA de joasă tensiune.

-Î. Care sunt, din punctul de vedere al rezistenței mecanice, secțiunile minime admisibile ale conductoarelor torsadate folosite la LEA de joasă tensiune ?

R. Secțiunile minime ale conductoarelor torsadate sunt:

- 35 mm^2 conductoare din aluminiu, pentru faze;
- 16 mm^2 conductoare din aluminiu, pentru iluminat public;
- 50 mm^2 conductoare din oțel-aluminiu sau aliaj din aluminiu, pentru nulul purtător.

-Î. Care este efortul maxim admisibil în conductoarele folosite la LEA de joasă tensiune ?

R. Efortul maxim admisibil nu va depăși 50 % din rezistența de rupere a conductorului. Se recomandă să nu depășească 300 kgf pentru conductoarele neizolate și 750 kgf pentru nulul purtător al fasciculelor torsadate.

-Î. Ce fel de izolatoare se folosesc la LEA de joasă tensiune cu conductoare neizolate și cum se execută prinderea lor ?

R. La LEA de joasă tensiune cu conductoare neizolate se folosesc izolatoare de porțelan de susținere sau tracțiune; prinderea conductoarelor pe izolatoarele de susținere se execută prin legături în cruce, iar pe izolatoarele de tracțiune cu cleme, prin matisare.

-Î. Cum se execută înnădirea conductoarelor la o LEA de joasă tensiune și ce rezistență trebuie să aibă ?

R. Înnădirea se realizează cu cleme, prin presare, și trebuie să aibă o rezistență la rupere de cel puțin 95 % din rezistența la rupere a conductorului respectiv.

-Î. Cum se amplasează conductoarele la o LEA de joasă tensiune cu conductoare neizolate ?

R. Conductoarele de fază ale circuitului de utilizări casnice se dispun în partea de sus a coronamentului. Conductorul de nul se dispune în partea de jos a coronamentului, iar conductoarele de iluminat public se dispun pe partea dinspre stradă a coronamentului.

-Î. Care este distanța minimă între conductoare, în punctele de prindere la o LEA de joasă tensiune?

R. Distanța minimă între conductoarele neizolate la o LEA de joasă tensiune este de 50 cm pe orizontală sau pe verticală, indiferent de tipul coronamentului sau zona meteorologică.

-Î. Care sunt distanțele minime pe verticală de la conductoare în punctul de săgeată maximă și suprafața solului ?

R. Distanțele respective sunt:

- 6 m, la liniile amplasate în zonele cu circulație frecventă;
- 5 m, la liniile amplasate în zonele cu circulație redusă;
- 4 m, la liniile amplasate în zone greu accesibile pentru pietoni și vehicule;
- 2,5 m, la liniile amplasate în zone inaccesibile pietonilor (munți cu stânci abrupte).

-Î. Este admisă montarea pe stâlpi comuni a LEA de joasă tensiune și a liniilor de tracțiune electrică urbană?

R. Da, cu condiția ca toate conductoarele neizolate ale LEA să se amplaseze pe partea opusă a stâlpului față de circuitul de tracțiune electrică, după cum urmează:

-conductoarele circuitului de utilizări casnice; două faze pe consola superioară și o fază pe consola inferioară;

-conductorul de iluminat public, pe consola superioară, lângă stâlp;

-conductorul de nul, pe consola inferioară lângă stâlp.

-Î. În cazul LEA de joasă tensiune cu dublu circuit, un circuit cu conductoare neizolate și un circuit cu conductoare torsadate, care este distanța minimă între cele două circuite pe orizontală sau verticală, în condiții de săgeată maximă?

R. Distanța minimă, în această situație, este de 30 cm.

-Î. În cazul LEA de joasă tensiune cu dublu circuit, cu conductoare torsadate, care trebuie să fie distanța între circuite ?

R. În aceste situații, distanța dintre circuite nu se normează.

-Î. Cum se execută legăturile electrice între elementele componente din tablourile de distribuție pentru curenți mai mari de 100 A.

R. Se execută prin bare.

-Î. Ce este coeficientul de încărcare ?

R. Este raportul dintre puterea reală absorbită și puterea instalată (nominală) pentru un consumator, sau pentru un receptor al consumatorului.

-Î. Ce este coeficientul de cerere ?

R. Coeficientul de cerere este raportul determinat prin relația:

$$C_c = \frac{C_s C_i}{\eta_c \eta_r},$$

în care :

C_s - este coeficientul de simultaneitate;

C_i - coeficientul de încărcare;

η_c - randamentul mediu al receptoarelor consumatorului;

η_r - randamentul mediu al rețelei de alimentare.

-Î. Ce este branșamentul electric ?

R. Este partea din instalația de distribuție a energiei electrice cuprinsă între punctul de racord și instalația de utilizare.

-Î. De câte feluri pot fi branșamentele ?

R. Individuale, când servesc un singur consumator, și colective, când servesc mai mulți consumatori.

-Î. Care este punctul de delimitare a instalațiilor electrice dintre furnizor și un consumator casnic?

R. Bornele de ieșire din contoarul de măsurare a energiei electrice.

-Î. Ce este o coloană electrică ?

R. Coloana electrică este componenta branșamentului prin care se realizează legatura între firida de branșament și instalația de utilizare.

-Î. Ce este firida de branșament ?

R. Firida de branșament este componenta branșamentului în care se realizează conexiunile coloanelor electrice și unde se montează aparatele de protecție a coloanelor la suprasarcină.

-Î. Ce este o firidă principală?

R. Este firida de branșament, având rolul de :

- nod energetic pentru manevre de întrerupere și comutație:

- legătură între racordul electric și coloanele electrice colective și/sau individuale;

- protecție la scurtcircuit a coloanelor electrice.

-Î. Ce este o firidă secundară?

R. Este o componentă a branșamentului, având rolul de :

- legătură între o coloană electrică colectivă și coloanele electrice individuale ale abonaților;

- protecție la scurtcircuit a coloanelor electrice individuale:

- măsurare a energiei electrice livrate.

-Î. Cum se monteaza firidele de branșament ?

R. Se montează în spațiul special amenajat în zid, în locuri accesibile personalului de exploatare. Distanța între nivelul pardoselii și partea inferioară a firidelor de branșament trebuie să fie de 0,4 - 0,5 m.

- Î. Cum se montează firida secundară ?

R. Se montează în spații comune (de exemplu. casa scării).

Distanța de la nivelul pardoselii la partea inferioară a firidelor secundare trebuie să fie de 0,4-0,8 m, astfel încât înălțimea celui mai de sus vizor să nu depășească 1,6 m.

-Î. Cum trebuie să fie conductoarele unei coloane electrice ?

R. Să aibă secțiunea constantă pe întreg traseul.

-Î. Ce fel de conductor de protecție se folosește la o coloană electrică colectivă?

R. Platbandă de oțel zincat sau vopsit, având secțiunea minimă de 100 mm^2, sau o armătură sudată cu secțiunea echivalentă de cel puțin 100 mm^2.

-Î. Se admite introducerea conductoarelor destinate altor scopuri in tubul de protecție al unei coloane electrice ?

R. Nu.

-Î. Se admite înnădirea conductoarelor pe traseul coloanelor?

R. Nu.

-Î. Când este obligatorie montarea dozelor de trecere la executarea unei coloane ?

R. Este obligatorie în următoarele situații:

- când lungimea coloanelor pe un traseu în linie dreaptă pe orizontală depășește 15 m;

- când coloanele electrice au un traseu cu mai mult de două curbe între firide sau mai mult de trei curbe între firidă și tabloul de distribuție.

-Î. În cazul coloanelor în linie dreaptă pe verticală, când se montează duze de trecere ?

R. Nu este necesară montarea duzelor de trecere, indiferent de lungimea traseului.

-Î. Câte apartamente poate alimenta o coloană electrică colectivă?

R. Cel mult 20 apartamente.

-Î. Care este secțiunea maximă admisă pentru o coloană electrică colectivă ?

R. În cazul utilizării aluminiului este de 3 x 70 + 35 mm^2.

-Î. Care sunt secțiunile minime cerute pentru conductoarele unui branșament electric, indiferent de valorile rezultate din calcul?

R. Secțiunile minime, în aceste condiții, sunt :

- 10 + 16 mm^2 Al pentru racordurile electrice aeriene monofazate;
- 3 x 16 + 25 mm^2 Al pentru racordurile aeriene trifazate;
- 2 x 6 mm^2 Al + 4 mm^2 Al pentru coloanele electrice individuale;
- 4 x 16 mm^2 Al + 10 mm^2 OL pentru coloanele electrice colective.

-Î. Cum se dimensionează un branșament electric la un consumator casnic ?

R. Se determină pe bază de calcul puterea care rezultă din puterea instalată pe apartament și coeficienții de simultaneitate.

-Î. Care sunt căderile de tensiune maxim admise pentru coloane și racorduri?

R. Acestea sunt :

- 0,5 % pentru coloane electrice subterane;
- 1 % pentru coloane electrice aeriene;
- 1 % pentru coloane electrice colective sau individuale.

-Î. Este admisă trecerea coloanelor electrice prin camere de locuit, încăperi umede, băi, bucătării sau spălătorii ?

R. Nu.

-Î. Pentru ce valori ale curenților branșamentele electrice aeriene și coloanele electrice individuale se execută monofazat ?

R. Pentru valori până la 30 A inclusiv.

-Î. În ce momente anume este obligatorie verificarea continuității electrice a conductoarelor cu izolație ?

R. În trei momente, și anume :

- când conductoarele se află în colaci;
- înainte de montare;
- după montare, înainte de acoperirea lor cu tencuială.

-Î. Cum se montează duzele și cutiile de ramificație în poduri ?

Î. În mod obișnuit, în poduri nu se montează duze și cutii de ramificație. Ele se montează în încăperile de la ultimul etaj. În cazul în care acest lucru nu este posibil, duzele și cutiile de ramificație se pot monta în poduri, pe părțile laterale ale grinzilor, pentru a se evita acumularea de condens.

-Î. Cum trebuie făcută legarea conductoarelor de cupru cu conductoarele de aluminiu ?

R. Cu cleme speciale de trecere de la cupru la aluminiu (cleme cupal), cleme cu șuruburi sau, pentru secțiuni ale conductoarelor mai mari de 10 mm², prin sudură.

Î. Când este obligatorie legarea prin papuci a conductoarelor la aparate și la tablouri de distribuție ?

R. În cazul conductoarelor cu secțiuni mai mari de 10 mm².

9.3. NORME DE SECURITATE A MUNCII ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE

-Î. Care sunt categoriile de mijloace de protecție destinate protecției personalului care lucrează în instalații electrice ?

R. Mijloacele de protecție folosite de personalul care lucrează în instalații electrice sunt :

- mijloace de protecție electroizolante pentru protejare contra electrocutării (prin izolarea personalului față de părțile aflate sub tensiune);
- mijloace de protecție pentru verificarea prezenței sau lipsei tensiunii (indicatoarele mobile de tensiune);
- mijloace de protecție pentru asigurarea personalului contra apariției accidentale a tensiunii la locul de muncă (garniturile mobile de scurtcircuitare a fazelor și legarea lor la pământ);
- mijloace de protecție pentru delimitarea fizică a zonelor protejate și a zonelor de lucru;
- mijloace de protecție, de avertizare și semnalizare vizuală (indicatoare de securitate, banderole avertizoare și semnalizatoare rutiere);
- mijloace de protecție contra acțiunii arcului electric, a produselor de ardere, a traumatismelor și a acțiunii agenților chimici (ochelari de protecție, măști de gaze, căști de protecție, mănuși și cizme antiacide).

-Î. Care sunt mijloacele de protecție electroizolante ?

R. Mijloacele de protecție electroizolante sunt :

- prăjinile electroizolante;

- cleștii electroizolanți;
- sculele cu mânere electroizolante;
- mănușile electroizolante;
- cizmele, șoșonii și galoșii electroizolanți;
- platformele electroizolante;
- covorașele și presurile electroizolante.

-Î. Ce obligație are personalul care execută lucrări în instalațiile electrice în ceea ce privește dotarea cu mijloace de protecție necesare ?

R. Să solicite dotarea cu mijloacele de protecție necesare, refuzînd executarea lucrărilor în cazul în care nu i se asigură această dotare.

-Î. Ce obligație are personalul care execută lucrări în instalațiile electrice înainte de fiecare folosire a unui mijloc de protecție ?

R. Să facă o revizie exterioară a mijlocului de protecție, verificând :

- starea generală, lipsa defectelor exterioare și curățenia (mijlocul de protecție va fi curățat și șters de praf sau de eventualele urme de cărbune, de creion etc.). Pe suprafețele exterioare și interioare ale mănușilor, galoșilor etc. nu trebuie să existe bavuri, crăpături sau incluziuni străine. În cazul în care mijlocul de protecție nu corespunde, el va fi imediat scos din uz;
- tensiunea la care este permisă folosirea mijlocului de protecție, fiind interzisă folosirea lui pentru tensiuni în afara celei prescrise;
- dacă s-a depășit termenul încercării periodice, se interzice să se folosească mijloace de protecție ale căror termene de verficare au expirat, ele trebuind să fie imediat scoase din uz.

-Î. Când trebuie încercate în laboratoare de specialitate mijloacele de protecție electroizolante ?

R. Mijloacele de protecție electroizolante se încearcă în laboratoare de specialitate în următoarele situații :

- înainte de darea în folosință, la eliberarea din magazie;
- periodic, la termenele prescrise în normele de securitate a muncii;
- după fiecare reparație sau înlocuire a unor părți ale mijlocului de protecție;
- ori de câte ori există îndoieli asupra stării tehnice a mijlocului de protecție sau când apar semne vizibile de deteriorare a acestuia.

-Î. Cum se poate cunoaște dacă mijlocul de protecție a fost verificat în termen?

R. Efectuarea în termen a verificării se confirmă atât prin buletinul de încercare al mijlocului de protecție respectiv (eliberat de laborator), cât și prin aplicarea direct pe mijlocul de protecție a unei ștampile sau a unei etichete având următorul cuprins :

Nr .... Se poate folosi în instalații de ....V.

E... ră la data de ....

-Î. L.. ce intervale de timp trebuie verificate (încercate electric în laborator) mijloace.. de protecție electroizolante ?

R. Un an pentru : prăjini electroizolante de înaltă tensiune, cleşte electroizolant de înaltă tensiune, indicatoare de înaltă tensiune, indicatoare de corespondență a fazelor, plăci şi teci electroizolante de înaltă tensiune, mănuşi electroizolante de înaltă tensiune;

- 6 luni pentru : mănuşi electroizolante de joasă tensiune, cizme electroizolante, covoare electroizolante mobile, platforme electroizolante.

-Î. La ce operații se folosesc prăjinile electroizolante ?

R. Prăjinile electroizolante se folosesc pentru :

- acționarea directă a separatoarelor care nu au alte posibilități de acționare;

- montarea şi demontarea garniturilor mobile de scurcircuitare a fazelor şi de legare la pământ (în instalațiile scoase de sub tensiune);

- măsurări şi încercări executate cu diverse aparate la instalații sub tensiune sau la instalații scoase de sub tensiune.

-Î. De câte feluri sunt cleştii electroizolanți ?

R. De două feluri :

- cleşti electroizolanți pentru măsurarea curentului care trece printr-un conductor sau bară (fără a se întrerupe curentul);

- cleşti electroizolanți pentru diverse manevre.

-Î. La ce operații se folosesc cleştii electroizolanți de manevră?

R. Cleştii electroizolanți de manevră se folosesc pentru :

- montarea şi demontarea siguranțelor în instalațiile care nu pot fi scoase de sub tensiune;

- montarea şi demontarea pălăriilor electroizolante de cauciuc, precum şi pentru alte operații.

-Î. Ce fel de mijloace de protecție constituie mănuşile, cizmele, şoşonii, galoşii, covoraşele, preşurile şi platformele electroizolante ?

R. Acestea sunt mijloace de protecție auxiliare care, singure, nu asigură protecția celui care le foloseşte; ele se folosesc întotdeauna asociate cu unul sau mai multe elemente electroizolante. Astfel, în cazul folosirii mănuşilor electroizolante, de exemplu, trebuie folosite şi scule electroizolante, covoraşe sau platforme electroizolante, cizme sau galoşi electroizolanți etc.

-Î. Ce fel de scule sunt permise la executarea lucrărilor în instalațiile electrice?

R. Sunt permise numai scule cu mânere electroizolante, fabricate special în acest scop, în conformitate cu standardele sau normele interne de fabricație. Ele singure nu asigură protecția necesară şi suficientă. Sculele electroizolante vor fi totdeauna folosite concomitent cu alte mijloace de protecție auxiliare.

-Î. Ce fel de mijloc de protecție sunt garniturile mobile de scurtcircuitare și legare la pământ ?

R. Cel mai sigur mijloc de protecție împotriva apariției accidentale a tensiunii la locul de muncă datorată conectărilor greșite, a tensiunilor induse de la altă linie electrică sau a descărcărilor atmosferice.

-Î.Care sunt părțile componente ale unei garnituri mobile de scurtcircuitare și legare la pamânt ?

R. Acestea sunt următoarele :

- conductoarele pentru scurtcircuitarea fazelor;
- conductorul pentru legare la pământ;
- clemele pentru racordarea conductorului garniturii la conductele de fază ale instalației și la pământ.

-Î. Ce condiții constructive trebuie să îndeplinească o garnitură mobilă de scurtcircuitare și legare la pământ ?

R. Condițiile constructive pe care trebuie să le îndeplinească o garnitură mobilă de scurtcircuitare și legare la pământ sunt:

- conductoarele pentru scurtcircuitarea fazelor trebuie să fie din bare de cupru sau din conductoare flexibile neizolate de cupru, având secțiunea de minimum 25 mm^2;
- conductorul pentru legarea la pământ trebuie să fie din cupru flexibil neizolat, cu secțiunea de minimum 25 mm^2;
- clemele de racordare trebuie să fie de o construcție robustă, pentru a nu fi smulse de pe conductoare în urma eforturilor dinamice la scurtcircuitare. Ele trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de prindere de prăjina de manevră;
- îmbinările tuturor elementelor trebuie executate prin sudare sau prin buloane cu lipire ulterioară. Este interzisă folosirea lipiturilor numai la îmbinări;
- protejarea conductoarelor poate fi eventual asigurată printr-o cămașă electroizolantă transparentă.

-Î. Cum se montează într-o instalație o garnitură mobilă de legare la pământ și în scurtcircuit, denumită uzual scurtcircuitor ?

R. Ca regulă generală, scurtcircuitorul se montează numai după verificarea lipsei de tensiune în instalația respectivă. Ordinea de efectuare a operațiilor de legare este următoarea :

- se leagă mai întâi la pământ clema scurtcircuitorului destinată acestui scop;
- se verifică lipsa de tensiune - cu indicatorul - pe fiecare fază;
- se aplică pe rând clemele scurtcircuitorului pe fiecare fază.

La demontare, operațiile se efectuează invers. Se scot mai întâi clemele de pe conductoarele de fază ale instalației, la care au fost montate, și numai după aceasta

se deduce și legătura la pământ. În cazul liniilor electrice aeriene legarea la pământ se poate face la stâlpii metalici (dacă aceștia sunt prevăzuți cu priză de legare la pământ) sau la o priză făcută temporar, prin baterea unui electrod din țeavă zincată, cu diametrul de minimum 25 mm, la o adâncime de 1 m.

Scurtcircuitoarele se montează pe fiecare parte a instalației scoasă de sub tensiune, de unde ar putea reapărea tensiunea, astfel încât zona protejată să fie încadrată cu scurtcircuitoare.

Montarea scurtcircuitorului se face luându-se în prealabil toate măsurile de protecție (folosirea de indicatoare de tensiune, de prăjini electroizolante, mănuși electroizolante etc.).

-Î. Ce mijloace de protecție se folosesc pentru delimitarea fizică a zonelor protejate și a zonelor de lucru (în scopul prevenirii accidentelor)?

R. Se folosesc scurtcircuitoare, panouri și paravane mobile, garnituri electroizolante, împrejmuiri mobile și semnalizări mobile.

-Î. Unde se montează garniturile electroizolante și de câte feluri sunt ?

R. Garniturile electroizolante se montează atât direct pe părțile aflate sub tensiune ale instalațiilor, cât și pe acele părți scoase de sub tensiune care ar putea veni accidental în contact cu părți ale instalațiilor rămase sub tensiune. Ele îndeplinesc, simultan, atât rolul de delimitare materială a zonei protejate, cât și rolul de protecție directă a executanților de lucrări împotriva venirii în contact cu elementele aflate sub tensiune ale instalațiilor.

După locul și tensiunea la care se folosesc, garniturile electroizolante se numesc:

- degetare electroizolante;
- pălării electroizolante;
- profile electroizolante pentru conductoare;
- teci electroizolante;
- foi electroizolante.

-Î. Care sunt mijloacele de protecție de avertizare și de semnalizare vizuală ?

R. Acestea sunt:

- indicatoare de securitate;
- banderole indicatoare;
- indicatoare rutiere.

-Î. Unde trebuie să existe indicatoare de securitate și cum sunt ele clasificate?

R. Indicatoarele de securitate trebuie să existe în instalații, atât în regim normal, cât și în cazul executării de lucrări.

Ele se clasifică:

- după rolul pe care îl îndeplinesc;
- după forma constructivă;

- după conținut.

-Î. După rolul pe care îl îndeplinesc, câte feluri de indicatoare de securitate sunt ?

R. Indicatoarele de securitate sunt de următoarele tipuri :

- de interzicere (a unor acțiuni care ar putea conduce la accidentare);
- de avertizare (a pericolului pe care îl reprezintă apropierea de elemente aflate sub tensiune);
- de siguranță (atenționarea că au fost luate unele măsuri înainte de începerea lucrului, indicând admiterea unor acțiuni);
- de informare (locurile unde se păstrează mijloacele de protecție).

-Î. Care sunt formele și culorile indicatoarelor de securitate ?

R. Formele și culorile indicatoarelor de securitate sunt :

- indicatoarele de interzicere sunt în formă de disc, cu chenarul roșu și fondul alb (pe care se înscriu în negru semnele sau textele);
- indicatoarele de avertizare sunt în formă de triunghi isoscel, cu chenarul negru și fondul galben (pe care se înscriu în alb semnele sau textele);
- indicatoarele de siguranță sunt în formă de dreptunghi, fără chenar și cu fondul verde (pe care se înscriu în negru semnele sau textele);
- indicatoarele de informare sunt în formă de dreptunghi, fără chenar și cu fondul albastru.

-Î. Ce indicatoare mobile se montează la locurile în care s-a realizat scoaterea de sub tensiune a unei instalații ?

R. Se montează - după caz - indicatoarele mobile de interzicere, cu următorul conținut :

- Nu închide ! Se lucrează!
- Nu închide ! Se lucrează pe linie !
- Nu închide ! Încercări de tensiune mărită! Pericol de moarte !

-Î. Unde se montează permanent (fix) indicatorul de avertizare cu semnul de săgeată "Sub tensiune! Pericol de moarte !" ?

R. Acest indicator se montează :

- pe toate îngrădirile permanente, montate încă din construcție, în instalații sau echipamente electrice, prezentând pericol de accidentare;
- pe toate ușile de acces în încăperi, nișe și firide, în care sunt montate instalații electrice de joasă tensiune.

-Î. Ce fel de indicatoare se montează pe suporții (stâlpii) liniilor electrice aeriene ?

R. Se montează indicatoare de interzicere fixe, montate la 2,20 m de la sol, având următorul cuprins: "Nu atingeți stâlpii, nici firele, chiar căzute la pământ! Pericol de moarte !".

-Î. Cine poate ridica indicatoarele de securitate inscripționate care interzic închiderea sau manevrarea unui aparat sau dispozitiv ce poate repune în funcțiune o instalație ?

R. Numai persoana care le-a montat sau personalul din tura următoare (dacă există serviciu de tură). De menționat că asemenea indicatoare de securitate trebuie prevăzute cu un cartuș sau cu un mijloc de prindere a unei etichete pe care să se scrie numele celui ce a montat indicatorul și data montării.

-Î. La care lucrări se folosesc ochelarii de protecție ?

R. Ochelarii de protecție se folosesc la următoarele lucrări :

- la înlocuirea siguranțelor :
- la tăierea cablurilor și la deschiderea cutiilor terminale și a manșoanelor de racord ale cablurilor;
- în timpul sudării cablurilor și al turnării masei de cablu în cutiile terminale și la manșoanele de racord ale cablurilor;
- la umplerea acumulatoarelor, la alezarea și rectificarea inelelor și colectoarelor mașinilor electrice rotative etc;
- la alte lucrări precizate în norme.

-Î. Este admisă folosirea sculelor personale pentru lucrări în instalațiile electrice ?

R. Nu este admisă folosirea sculelor personale, chiar dacă starea lor ar fi corespunzătoare (cu excepția sculelor cu mânere electroizolante, care intră în categoria mijloacelor de protecție).

-Î. În ce locuri de muncă este obligatorie folosirea tensiunii de 24 V ?

R. În acele locuri de muncă foarte periculoase din punctul de vedere al manipulării uneltelor electrice portative în care există cel puțin unul din următorii factori :

- pardoseală bună conducătoare (pământ, beton, pardoseală umedă etc);
- mase metalice în legătură cu pământul pe o suprafață până la 60% din zona de manipulare;
- umiditate relativă a aerului, cuprinsă între 75 - 97 %;
- temperatură între 25-30°C;
- praf bun conducător (pilitură metalică, oxizi metalici etc).

- Î. În ce locuri de muncă este obligatorie folosirea tensiunii de 12 V ?

R. În acele locuri foarte periculoase în care există cel puțin unul din următorii factori :

- umiditatea relativă a aerului peste 97 %;

- temperatura peste 30°C;

- mase metalice în legătură cu pământul pe o suprafaţă de peste 60 % din zona de manipulare;

- gaze sau lichide.

-Î. Pot fi folosite autotransformatoarele sau rezistenţele pentru obţinerea tensiunilor reduse în cazul uneltelor electrice portative ?

R. Este interzisă folosirea de autotransformatoare sau de rezistenţe pentru obţinerea de tensiuni reduse în scopul asigurării protecţiei. Pentru obţinerea tensiunii reduse pot fi folosite numai transformatoare de construcţie specială (cu înfăşurările montate pe braţe separate ale miezului sau montate cap la cap şi bine izolate între ele), având miezul şi carcasa legate la instalaţia de protecţie, prin legare la nul sau la pământ, după caz, acumulatoare, elemente galvanice sau convertizoare.

-Î. Este admisă legarea carcaselor uneltelor electrice portative la instalaţiile de protecţie prin legare la pământ sau la nul?

R. Este interzisă legarea carcasei uneltelor electrice portative la instalaţiile de protecţie prin legare la pământ sau la nul.

-Î. Se admite folosirea de unelte electrice portative alimentate la tensiuni normale ?

R. Se admite folosirea unor astfel de unelte, dar cu respectarea condiţiilor stabilite în acest scop prin normele de securitate a muncii în instalaţiile electrice.

-Î. Ce fel de lămpi portative pot fi folosite la lucrări ?

R. Numai lămpi portative speciale, a căror construcţie nu permite atingerea de către purtător a părţilor conducătoare de curent. Este interzisă folosirea de lămpi improvizate. Dulia lămpilor trebuie să fie fixată de un mâner special, executat dintr-un material electroizolant rezistent la căldură şi umezeală. Lampa portativă trebuie să fie prevăzută cu glob de sticlă şi protejată cu o plasă metalică.

-Î. Ce mijloace de protecţie se folosesc în mod obligatoriu la manevrarea aparatelor de comandă manuală (întrerupătoare, separatoare), ca şi la manevrarea separatoarelor cu prăjina electroizolantă ?

R. Se folosesc următoarele mijloace :

- mănuşi electroizolante şi cască de protecţie, în cazul aparatajului montat în interior;

- mănuşi electroizolante, cizme electroizolante şi cască de protecţie, în cazul aparatajului montat în exterior. Se recomandă a se folosi - după caz - în afara celor de mai sus, şi podeţul electroizolant sau covoraşul de cauciuc electroizolant.

-Î. Cum se execută manevrarea separatoarelor aeriene monopolare de pe stâlpii liniilor electrice aeriene cu prăjina (ştanga) electroizolantă ?

R. Executantul trebuie să se urce pe stâlp cu cârlige de urcat, să se sprijine pe ambele cârlige și să se fixeze cu centura de siguranță; el trebuie să poarte mănuși electroizolante și cască de protecție, iar distanța între corpul său și cea mai apropiată parte a instalației aflată sub tensiune să fie de minimum 3 m.

-Î. Ce mijloace de protecție se folosesc la manevrarea sub tensiune a siguranțelor din instalațiile de joasă tensiune ?

R. Se folosesc următoarele mijloace : mănuși electroizolante pentru joasă tensiune, ochelari de protecție, cască de protecție și mâner de manevră pentru cazurile în care tipul siguranței impune aceasta (mare putere de rupere).

-Î. Ce măsuri de securitate trebuie luate la lucrările ce se execută cu scoaterea parțială sau totală de sub tensiune ?

R. La acest tip de lucrări se iau următoarele măsuri de securitate a muncii :

- scoaterea de sub tensiune a instalației;
- blocarea dispozitivelor de acționare-comandă în poziția "deschis" și montarea indicatoarelor de interzicere (cu caracter de blocare);
- verificarea lipsei de tensiune ;
- legarea instalației la pământ și în scurtcircuit;
- delimitarea materială de protecție a zonei protejate;
- delimitarea materială de protecție a zonei de lucru.

-Î. Când se consideră ca fiind blocate - în scop de protecție- dispozitivele de acționare-comandă din instalațiile electrice ?

R. În cazul în care blocarea s-a realizat cu un mijloc sigur contra acționării voite sau accidentale a acelor dispozitive (de exemplu, lacăte, scoaterea siguranțelor de la ambele capete ale circuitului etc.) și după ce s-au montat pe acele dispozitive indicatoare de interzicere.

-Î. Este admisă executarea de lucrări într-o parte a instalației sau la un echipament scos de sub tensiune numai prin întrerupător ?

R. Este interzis să se execute lucrări la o instalație electrică scoasă de sub tensiune numai prin întrerupător.

-Î. Cum se verifică lipsa tensiunii dintr-o instalație electrică?

R. Lipsa tensiunii dintr-o instalație se verifică cu ajutorul aparatelor portabile de măsurat, al indicatoarelor mobile de tensiune și al detectoarelor de tensiune. În cazul liniilor aeriene cu simplu circuit, nesituate în vecinătatea altor instalații sub tensiune, este admisă verificarea lipsei de tensiune prin aruncarea pe aceste linii a unui conductor flexibil de 6-10 mm^2, cu ajutorul unui dispozitiv mecanic de lansare (pușca de lansare). Aruncarea conductorului cu mână este interzisă.

-Î. Ce instalații trebuie scoase de sub tensiune față de locurile în care se lucrează ?

R. Se scot următoarele instalații :

- părțile de instalații la care se va lucra;

- părțile de instalații care se găsesc la o distanță mai mică de :

. 0,7 m, pentru tensiuni între 1 kV și 10 kV;
. 0,8 m, pentru tensiuni de 15 kV și 20 kV:
. 0,9 m, pentru tensiunea de 35 kV;
. 1,1 m, pentru tensiunea de 60 kV;
. 1,5 m, pentru tensiunea de 110 kV;
. 2,4 m, pentru tensiunea de 220 kV;
. 3,7 m, pentru tensiunea de 400 kV.

Distanțele de mai sus sunt cele la care se pot apropia executanții (sau uneltele acestora) în timpul executării lucrărilor față de părțile aflate sub tensiune sau de elementele izolatoare ale acestora;

- părțile de instalații aflate la distanțe și mai mari decât cele de mai sus, dar care, prin natura lucrărilor, trebuie scoase de sub tensiune. Părțile de instalații aflate la distanțe egale sau mai mari decât cele de mai sus pot rămâne sub tensiune, cu condiția ca ele să fie îngrădite în conformitate cu normele.

În cazul lucrărilor în instalații de joasă tensiune distanțele nu se normează, dar îngrădirile se aplică conform normelor.

-Î. Când se consideră că o instalație este scoasă de sub tensiune ?

R. Numai când sunt îndeplinite următoarele condiții :

- sunt făcute separațiile vizibile de fiecare parte a locului de muncă prin întreruperea căilor de curent;

- sunt luate măsurile care înlătură posibilitatea reapariției tensiunii în instalație sau la partea de instalație în care se lucrează.

-Î. Ce măsuri organizatorice sunt necesare pentru executarea lucrărilor în instalațiile electrice în funcțiune ?

R. a) Îndeplinirea formelor de lucru prin :

- emiterea unei autorizații de lucru;
- consemnarea în evidențele operative ale lucrărilor ce fac obiectul atribuțiilor de serviciu sau al instrucțiunilor tehnice interne;
- transmiterea verbală sau telefonică a unei dispoziții pentru anumite categorii de lucrări

b) Admiterea la lucru

c) Supravegherea în timpul lucrului

d) Mutarea în altă zonă de lucru (dacă este cazul)

e) Întreruperea lucrărilor (dacă este cazul)

f) Terminarea lucrărilor

-Î. Ce este autorizația de lucru ?

R. Autorizația de lucru este un document operativ scris (formular pentru executarea de lucrări în instalații electrice, tipărit) pentru executarea de lucrări

electrice în instalații în funcțiune (scoase de sub tensiune sau sub tensiune), prin care se stabilesc condițiile de executare, măsurile de securitate necesare, precum și persoanele răspunzătoare de securitatea muncii.

-Î. Ce lucrări se execută fără emiterea unei autorizații de lucru?

R. Se execută fără emiterea autorizației de lucru :

- lucrările care constituie atribuții de serviciu pentru personalul care le execută (în general, de deservire operativă);

- lucrările care se execută în baza unei instrucțiuni tehnice interne (în general, pentru lucrări curente);

- lucrările ce se execută în baza unor dispoziții verbale sau telefonice ale personalului tehnic de conducere (pentru toate categoriile de personal) și care sunt la distanță de părțile sub tensiune ale unor instalații în funcțiune, neexistând pericol de accidentare (de natură electrică) a personalului.

-Î. Cum se consideră din punctul de vedere al NSM instalațiile scoase de sub tensiune, dar care nu sunt scurtcircuitate sau legate la pământ ?

R. Se consideră instalații aflate sub tensiune.

-Î. Care mijloace de protecție electroizolante se încearcă numai la data fabricației?

R. Se încearcă la data fabricației următoarele mijloace de protecție electroizolante :

- prăjinile electroizolante de joasă tensiune;
- cleștii electroizolanți de joasă tensiune;
- indicatoarele de joasă tensiune;
- plăcile electroizolante de joasă tensiune;
- tecile electroizolante de joasă tensiune;
- pălăriile electroizolante de joasă tensiune;
- covoarele electroizolante fixe.

-Î. Ce trebuie să facă personalul de exploatare înainte de a folosi un mijloc de protecție electroizolant ?

R. Să verifice :

- dacă tensiunea pentru care este permisă utilizarea corespunde cu tensiunea instalației;
- starea tehnică generală;
- dacă nu a fost depășit termenul de încercare periodică.

-Î. Care trebuie să fie înălțimea minimă a platformelor electroizolante, măsurată de la sol până la suprafața superioară?

R. 100 mm.

-Î. Care sunt dimensiunile minime ale unei platforme electroizolante ?

R. 50 x 500 mm.

-Î. Care sunt mijloacele de protecție folosite împotriva efectelor câmpului electric și a curentului de descărcare capacitiv, în cazul unor lucrări la liniile electrice de înaltă tensiune ?

R. Aceste mijloace de protecție sunt :

- costume de protecție electroizolante;
- încălțăminte cu talpă electroizolantă.

-Î. Ce scule cu destinație specială se cunosc și cum se folosesc ?

R. În categoria acestor scule se includ :

- pistolul de împlântat bolțuri;
- presa prin explozii.

Folosirea lor se face în conformitate cu legislația privind regimul materialelor explozive și se încredințează numai persoanelor autorizate.

-Î. Măsurările în instalațiile de joasă tensiune cu ampermetru, voltmetru, trusa wattmetrică, contoarul etalon și cleștele ampermetric sunt admise pe timp de ploaie ?

R. Nu.

-Î. Ce reguli trebuie respectate în cazul înlocuirii contoarelor sub tensiune ?

R. În aceste situații trebuie să se procedeze astfel :

- în cazul contoarelor în montaj semidirect sau indirect, se vor șunta bornele secundare ale transformatoarelor de curent în șirul de cleme (în cazul în care aceste șiruri de cleme lipsesc, se interzice înlocuirea contoarelor fără separarea vizibilă a transformatoarelor de curent);

- scoaterea conductoarelor din bornele contoarului se va face în următoarea ordine : nul intrare (în cazul contoarelor în montaj direct sau semidirect) și apoi, pe rând, restul conductoarelor, imediat după scoaterea fiecărui conductor din bornă se izolează capătul conductoarelor cu degetar electroizolant;

- după remontarea capacului de la bornele contoarului, se va verifica lipsa tensiunii pe carcasa acestuia.

9.4. PROBLEME REZOLVATE

1. Ce curent maxim se absoarbe prin branșamentul monofazat de 220 V de către o instalație electrică dintr-o locuință în care sunt instalate : sase lămpi a câte 100 W, un aparat de radio de 30 W și un frigider de 140 W ?

Rezolvare :

Puterea total instalată *(P)* va fi :

$6 \cdot 100\ W = 600\ W$

$1 \cdot 30\ W = 30\ W$

1 · 140 W = 140 W

total : 770 W

$I = \frac{P}{U} = \frac{770}{220} = 3{,}5$ A

2. Pe plăcuța unui electromotor monofazat sunt trecute numai următoarele date: $P=2$ kW, $I=5$ A și $\cos\varphi = 0{,}8$.

Să se determine tensiunea la care lucrează acest electromotor.

Rezolvare :

Din relația puterii $P=U\,I\cos\varphi$ avem :

$$U = \frac{P}{I\cos\varphi} = \frac{2000}{5\cdot 0{,}8} = 500\text{V}$$

3. Un electromotor trifazat de 1500 W (putere nominală) absoarbe un curent de 5,2 A sub un $\cos\varphi = 0{,}8$.

Care este tensiunea la care funcționează electromotorul ?

Rezolvare :

$$U = \frac{P}{\sqrt{3}I\cos\varphi} = \frac{1500}{1{,}73\cdot 5{,}2\cdot 0{,}8} = \frac{1500}{7{,}19} = 208\text{ V}$$

4. Un conductor izolat, din aluminiu, având secțiunea de 6 mm^2, strâns într-un colac, are o rezistență electrică de 4Ω și $\rho = \frac{1}{32}\cdot\frac{\Omega\,mm^2}{m}$, deci $\gamma = 32$.

Să se determine lungimea conductorului din colac, bineînțeles fără a-l desfășura și măsura.

Rezolvare :

$r = \varphi\frac{l}{S}$ sau $\frac{r}{1} = \frac{\rho\,l}{S}$.

știind că produsul mezilor este egal cu produsul extremilor,avem: $r\cdot s=\rho\cdot l$, de unde:

$$l = \frac{r\cdot S}{\rho} = \frac{4\cdot 6}{\frac{1}{32}} = 4\cdot 6\cdot 32 = 768m\,.$$

5. Printr-o linie electrică monofazată de aluminiu, în lungime de 150 m, va trece un curent neinductiv ($\cos\varphi = 1$) de 30 A la tensiunea de 220 V.

Ce secțiune minimă trebuie să aibă conductoarele liniei, pierderea de tensiune considerându-se de 3 %, iar $\rho = \frac{1}{34}\cdot\frac{\Omega mm^2}{m}$.

(deci $\gamma = 34$) $\Delta U = \frac{3\cdot 220}{100} = 6{,}6$V.

Rezolvare:

$S = \frac{2Il}{\gamma \Delta U} = \frac{2 \cdot 150 \cdot 30}{34 \cdot 6{,}6} = \frac{9000}{224{,}4} = 40 mm^2$

(Standardizat : $S = 50\ mm^2$)

6.Un radiator electric, având $P = 1800$ W absoarbe un curent de 15A.

Să se determine rezistența electrică interioară a radiatorului.

Rezolvare :

Știm că :

$P = U\,I = R\,I^2,$

deci : $R = \frac{P}{I^2} = \frac{1800}{225} = 8\Omega$.

7. O plită electrică având rezistența de 30 Ω absoarbe un curent electric de 8A, iar 4 becuri a câte 75 W funcționează timp de o oră și 15 minute (vezi figura 51).

Să se determine puterea electrică a plitei și energia electrică consumată de toate receptoarele.

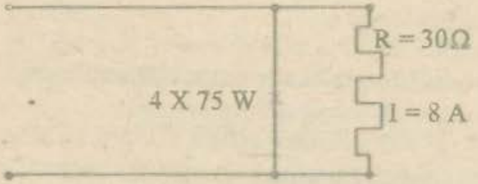


Fig. 51 - Circuit electric

Rezolvare :

$P = UI = RI^2 = 30 \cdot 8^2 = 1920$ W

$P_T = P_p \cdot P_B = 1920 + 4 \cdot 75 =$ 2200 W; 1 oră și 15 min=1,25 ore

$W = 2220$ W · 1,25 ore = 2775 Wh = 2,775 kWh.

8. Un circuit electric monofazat, având U=120 V în lungime de 40 m și conductoare de aluminiu cu S = 2,5 mm², alimentează un receptor cu o rezistență neinductivă ($\cos\varphi = 1$) de 5 Ω (se va considera $\rho = \frac{1}{32}$)(vezi figura 52).

Ce curent va indica un ampermetru montat în circuit ?

Rezolvare :

$I = \frac{U}{2r + R}$,

în care :

r este rezistența unui conductor al circuitului;

R - rezistența receptorului.

$r = \rho \frac{l}{S} = \frac{1}{32} \cdot \frac{40}{2{,}5} = \frac{40}{80} = 0{,}5\Omega,$

înlocuind avem :

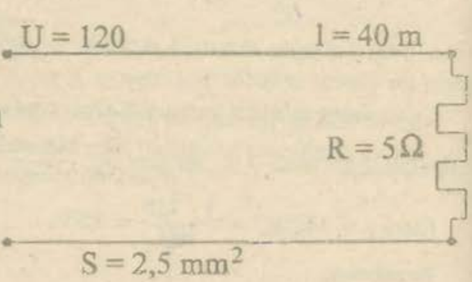


Fig.52 - Circuit electric

$$I = \frac{U}{2r + R} = \frac{120}{1+5} = \frac{120}{6} = 20A.$$

9. O linie electrică trifazată, având L=100 m și S=25 mm^2, alimentează un electromotor de 15 kW; 3 x 380 V, $\cos\varphi = 0,8$; $\eta = 0,9$ (se va considera $\gamma = 32$).

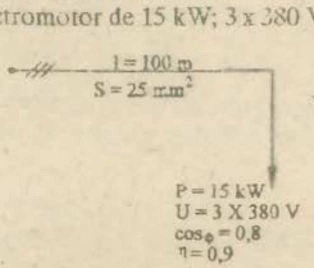


Fig. 53 - Linie electrică trifazată alimentând un electromotor

Să se determine :

a) curentul electric absorbit de electromotor;

b) pierderea de tensiune din linie până la electromotor;

c) valoarea maximă a curentului la care poate fi reglat releul termic al întrerupătorului automat al electromotorului.

Rezolvare :

a) $I_N = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi\eta} = \frac{15000}{473,3} = 31,6A$

b) $\Delta_U = \frac{\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{1,73 \cdot 100 \cdot 31,6 \cdot 0,8}{\cdot 32 \cdot 25} = \frac{4374}{800} = 5,4V$

$\Delta_U\% = \frac{5,4 \cdot 100}{380} = 1,4\%$

c) Conform normativului, curentul la care poate fi reglat releul termic al întrerupătorului automat al electromotorului este cuprins între (1,05 - 1,20) I_N, deci:

$I_{max} = 1,20 ; I_N = 1,20 \cdot 31,6 = 37,9$ A

10. Ce căldură se degajă în cazul unei linii electrice trifazate în lungime de 300 m, având secțiunea de 16 mm^2 din aluminiu ($\gamma = 32$), prin care trece un curent de 20 A timp de 5 minute ?

Rezolvare :

$Q = 3 \cdot 0,24\, r\, I^2 t$

Determinăm rezistența electrică a unui conductor al liniei (r)

$r = \rho\frac{l}{S} = \frac{300}{32 \cdot 16} = \frac{300}{512} = 0,58\Omega$

$Q = 3 \cdot 0,24 \cdot 0,58 \cdot 20^2 \cdot 300 = 60112$ calorii $= 60,112$ Kcal.

11. O linie electrică monofazată, având conductoare de 6 mm^2 din aluminiu, alimentează un receptor cu o rezistență electrică interioară neinductivă R=20Ω situat la distanța de 192 m de tabloul de siguranță. Tensiunea la tablou este de 220 V.

Să se determine :

a) tensiunea la bornele receptorului ;

b) energia electrică consumată numai de receptor în jumătate de oră;

c) energia electrică consumată de conductoarele liniei în același timp (energie pierdută).

(se va considera $\rho_{Al} = \frac{1}{32}$).

Rezolvare :

a) $\Delta U = 2rI$

$$r = \rho \frac{l}{S} = \frac{1}{32} \cdot \frac{192}{6} = \frac{192}{192} = 1\ \Omega$$

(rezistența unui conductor al liniei).

$$I = \frac{U}{R + 2r} = \frac{220}{20 + 2 \cdot 1} = \frac{220}{22} = 10\text{A}$$

$\Delta U = 2rI = 2 \cdot 1 \cdot 10 = 20\text{V}$

Deci :

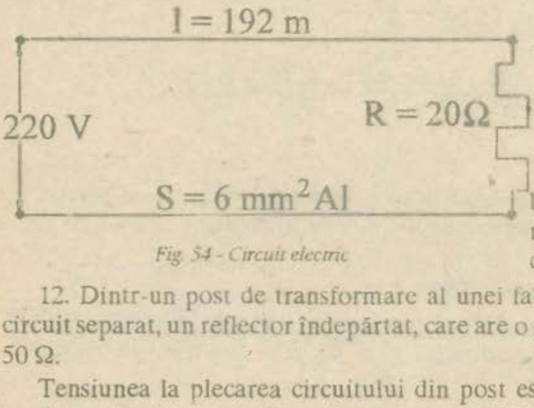


Fig. 54 - Circuit electric

$U_{receptor} = 220 - 20 = 200$ V.

b) $W = P \cdot t = UIt = 200$ V $\cdot$ 10 A $\cdot$ 0,5 h = 1000 Wh = = 1kWh.

c) $W = 2rI^2t = 2 \cdot 1 \cdot 10^2$A $\cdot$ 0,5 h = 100 Wh

Deci în acest caz se pierde în linie o zecime din energie în raport cu energia utilă consumată de receptor.

12. Dintr-un post de transformare al unei fabrici se alimentează, printr-un circuit separat, un reflector îndepărtat, care are o rezistență ohmică interioară de 50 Ω.

Tensiunea la plecarea circuitului din post este de 230 V, iar pierderea de tensiune din circuit până la reflector este de 10 %.

Să se determine :

a) consumul propriu lunar de energie electrică al reflectorului care funcționează 10 ore/zi (vezi figura 55).

b) energia electrică pierdută în conductoarele liniei în aceeași perioadă de timp.

Rezolvare :

a) Pierderea de tensiune este :

$\Delta U = \frac{230 \cdot 10}{100} = 23V.$

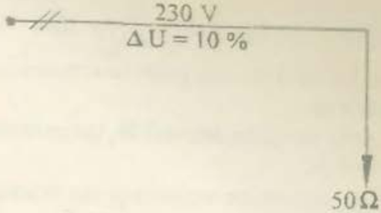


Fig.55 - Schemă (circuit electric)

Tensiunea la bornele reflectorului :

$U_r = 230 - 23 = 207$ V,

iar $I = \frac{U}{R} = \frac{207}{50} \approx 4A.$

Energia electrică utilă consumată lunar de reflector va fi dată de relația :

$W = p \cdot t,$

în care :

$P = U \cdot I = 207 \cdot 4 = 828$ W (puterea reflectorului).

Deci :

$W = 828$ W $\cdot$ 30 zile $\cdot$ 10 h = 248400 Wh = 248 kWh.

b) $W = 2\, r\, I^2 t.$

Determinăm valoarea lui r din relația :

$U = 2\, r\, I$ și avem:

$r = \frac{\Delta U}{2I} = \frac{23}{2 \cdot 4} = 2{,}9\Omega$

Deci :

$W = 2 \cdot 2{,}9 \cdot 4^2 \cdot 30 \cdot 10 = 27840$ Wh = 28 kWh

13. O linie electrică electrică aeriană monofazată dintr-o fermă alimentează la capătul ei lămpi incandescente la tensiunea de 220 V, însumând o putere de 3300 W.

Lungimea liniei, având conductoare din aluminiu, este de 200 m, iar secțiunea de 16 mm^2 (vezi figura 56).

Să se calculeze :

a) procentul de pierdere de tensiune din linie (se consideră $\rho = \frac{1}{34}$);

b) consumul de energie electrică al lămpilor la o funcționare de 30 minute.

Rezolvare:

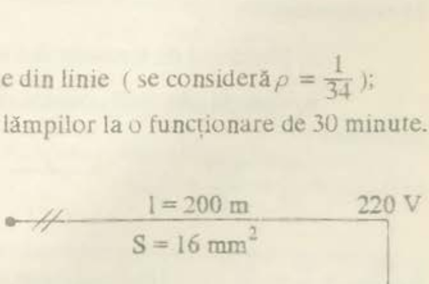


Fig.56 - Schemă circuit electric

a) $\Delta_U = 2\, r\, I;\ I = \frac{3300}{220} = 15A;$

$r = \rho \frac{l}{S} = \frac{1}{34} \cdot \frac{200}{16}$

$r = 0{,}36\Omega$

Deci : $\Delta U_{volti} = 2 \cdot 0{,}36 \cdot 15 \approx 11V$ sau

în procente : $\Delta U_{\%} = \frac{11 \cdot 100}{200} = 5\%$

b) $W = P \cdot t = 3300 \cdot \frac{30}{60} = 1650\ \text{Wh} = 1{,}650\ \text{kWh}$.

14. La un circuit de prize cu tensiunea de 220 V sunt conectate un fier de călcat și un reșou.

Fierul de călcat are 660 W, iar curentul total absorbit de cele două receptoare este de 5 A.

Să se determine rezistența electrică a fierului de călcat și, separat, a reșoului (vezi figura 57).

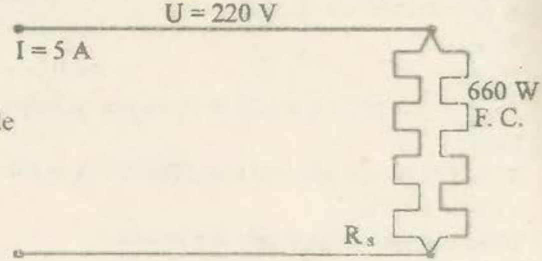


Fig 57 - Circuit electric

Rezolvare:

Curentul electric absorbit de fierul de călcat este :

$$I_f = \frac{P}{U} = \frac{660}{220} = 3\text{A}.$$

Deci:

$$R_{fier} = \frac{U}{I} = \frac{220}{3} = 73{,}35\Omega.$$

Curentul absorbit de reșou este :

$I_{\text{resou}} = 5 - 3 = 2$ A. Deci : $R_{resou} = \frac{U}{I} = \frac{220}{2} = 110\Omega$.

15. Un circuit electric monofazat, având lungimea de 30 m și secțiunea de 4mm^2 din aluminiu, alimentează la extremitatea lui un radiator de 20 Ω și o lampă de 330 W la tensiunea de 220 V (vezi figura 58).

Să se calculeze :

a) pierderea de tensiune din acest circuit (considerând $\rho = \frac{1}{34}$);

b) energia electrică consumată într-o oră și 15 minute.

Rezolvare :

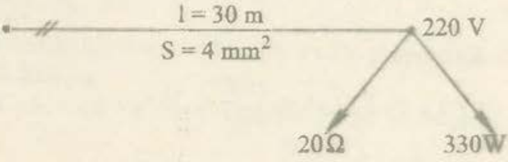


Fig 58 - Circuit electric

a) $I_{lampa} = \frac{P}{U} = \frac{320}{220} = 1{,}5\text{A}$

$I_{radiator} = \frac{U}{R} = \frac{220}{20} = 11\text{A}$

TOTAL : 12,5 A

$\Delta U = 2rI$; cum $r = \rho\frac{l}{S}$ avem :

$$\Delta U = \frac{2lI}{34\,S} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 12{,}5}{34 \cdot 4} = 5{,}7\text{V}$$

și în procente :

$$\Delta U_{\%} = \frac{5{,}7 \cdot 100}{220} = 2{,}58\%$$

b) $W = P \cdot t$

$P_{lampă} = 330$ W

$P_{radiator} = U \cdot I = 220 \cdot 11 = 2420$ W, deci :

$P_{total} = 330 + 2420 = 2750$ W,

de unde :

$W = 2{,}750$ kW $\cdot$ 1,25 h = 3,440 kWh.

16. O plită electrică, având rezistența R = 11 Ω, este alimentată printr-un circuit de aluminiu de 2,5 mm², în lungime de 40 m.

Tensiunea la plecarea circuitului din tablou este de 120 V (vezi figura 59).

Să se calculeze :

a) rezitența electrică a circuitului (considerând $\rho = \frac{1}{32}$);

b) curentul electric din circuit;

c) tensiunea la bornele plitei.

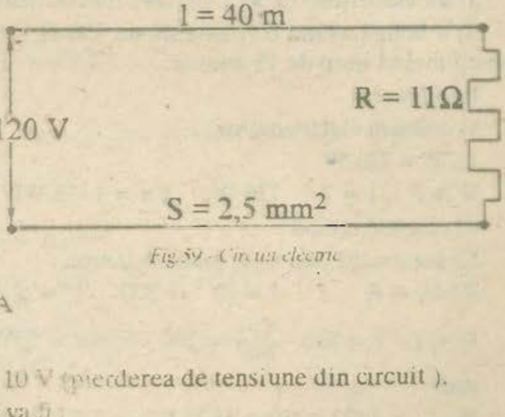


Fig.59 - Circuit electric

Rezolvare :

a) $r = \rho\frac{l}{S} = \frac{1}{32} \cdot \frac{40}{2{,}5} = 0{,}5\Omega$

(pentru un conductor),

deci 2 x 0,5 = 1 Ω

pentru circuit.

b)

$$I = \frac{U}{R + 2r} = \frac{120}{11 + 1} = \frac{120}{12} = 10\text{A}$$

c) $\Delta U = 2\,r\,I = 2 \cdot 0{,}5 \cdot 10 = 10$ V (pierderea de tensiune din circuit).

deci tensiunea la bornele plitei va fi

$\Delta U = 120 - 10 = 110$ V.

17. Pe un circuit electric monofazat, la care nu este conectat nici un receptor, este montat un ampermetru care indică în permanență 0,02 A.

Știind că circuitul este alimentat la tensiunea de 220 V, să se arate :

a) care este energia ce se pierde în acest circuit în timp de o lună (30 de zile) ?

b) dacă izolația circuitului corespunde normelor ?

Rezolvare :

a) Energia electrică pierdută va fi :

$W = Pt = UIt = 220 \cdot 0{,}02 \cdot 30 \cdot 40 = 3168$ Wh.

b) Rezistența izolației $R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0{,}02} = 11000\Omega$, deci mai mică decât 500.000Ω (necorespunzătoare).

18. Un fier de călcat electric, alimentat la tensiunea de 120 V, funcționează două ore și 45 minute, consumând în acest timp 1,980 kWh.

Să se calculeze rezistența electrică a acestui fier de călcat.

Rezolvare :

Știind că : $W = P \cdot t = U \cdot t$: înlocuim $I = \frac{U}{R}$

și deci :

$$W = \frac{U \cdot U \cdot t}{R} = \frac{U^2 \cdot t}{R},$$

$$WR = U^2 t, \text{ de unde } R = \frac{U^2 t}{W} = \frac{120^2 \cdot 2{,}75}{1980} = 20\Omega.$$

19. Să se calculeze energia electrică totală consumată de următoarele receptoare electrice :

a) un electromotor de 2 CP care funcționează timp de 60 minute;

b) o lampă având o rezistență de 200 Ω, prin care trece un curent de 1 A și funcționează timp de 15 minute.

Rezolvare :

a) consum electromotor :

1 CP = 736 W

$W = P \cdot t = 2 \cdot 736 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1472 \text{ Wh}$

b) consum lampă :

Se determină mai întâi puterea lămpii :

$P = UI = R \cdot I \cdot I = RI^2 = 200 \cdot 1^2 = 200$ W, apoi consumul acesteia :

$$W = P \cdot t = 200 \cdot \frac{15}{60}h = 200 \cdot 0{,}25\text{h} = 50\text{Wh}.$$

deci :

$W_{total} = 1472 + 50 = 1522 \text{ Wh} = 1{,}522 \text{ kWh}.$

20. Dintr-un circuit electric de 220 V se alimentează o lampă și un fier de călcat electric.

Să se calculeze energia electrică consumată de cele două receptoare, știind că ele au funcționat fără întrerupere timp de o oră și 45 minute și că rezistențele lor interioare sunt :

- $R_1 = 484$ Ω, pentru lampă;
- $R_2 = 121$ Ω, pentru fierul de călcat

Rezolvare:

$W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$,

înlocuind pe I cu $\frac{U}{R}$ avem :

$$W_{lampa} = U \cdot \frac{U}{R_1} \cdot t = \frac{U^2}{R_1} \cdot t = \frac{220^2 \cdot 1,75}{484} = \frac{48400 \cdot 1,75}{484} = 175\text{Wh}$$

$$W_{fier} = U \cdot \frac{U}{R_2} \cdot t = \frac{U^2}{R_2} \cdot t = \frac{220^2 \cdot 1,75}{121} = \frac{48400 \cdot 1,75}{121} = 700\text{Wh}$$

TOTAL : 875 Wh

21. Lungimea unui circuit electric monofazat de aluminiu este de 32 m, iar secțiunea conductorului de 2,5 mm². Prin el circulă un curent de 5 A, la tensiunea de 220 V (la plecare din tablou).

Să se determine :

a) rezistența electrică a circuitului (considerând $\rho = \frac{1}{32}$);

b) puterea receptorului pe care-l alimentează;

c) energie electrică consumată numai de receptor în 20 min.

Rezolvare :

a) $R = \rho\frac{l}{S} = \frac{1}{32} \cdot \frac{2 \cdot 32}{2,5} = \frac{2}{2,5} = 0,8\Omega$.

b) $P = (U - \Delta U) \cdot I$.

Determină, mai întâi, pierderea de tensiune pe circuit până la receptor :

$\Delta U = RI = 0,8 \cdot 5 = 4$ V,

deci,

$P = (220 - 4) \cdot 5 = 1080$ W și in final

c) $W = P \cdot t = 1080 \cdot \frac{20}{60} = 360$ Wh.

22. La un circuit electric alimentat la tensiunea de 110 V sunt conectate în paralel:

- un reșou electric de 550 W;
- un ciocan de lipit având $r_2 = 110\ \Omega$;
- un fier de călcat electric.

Să se calculeze rezistența fierului de călcat, știind că prin circuit trece un curent total (I_T de 11 A) (vezi figura 60).

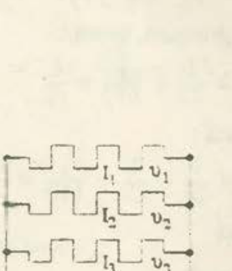


Fig.60 - Circuit electric

Rezolvare :

Considerând I_1 I_2 I_3 curenții din reșou, ciocan și, respectiv, fier, iar r_1 r_2 r_3, rezistențele interioare respective, vom avea :

Soluția 1 :

$$I_1 = \frac{W}{U} = \frac{550}{110} = 5A;$$

$$I_2 = \frac{U}{r_2} = \frac{110}{110} = 1\,A \text{ și}$$

$$I_3 = I_T - (I_1 + I_2) = 11 - (5 + 1) = 5A.$$

deci :

$$r_3 = \frac{U}{I_3} = \frac{110}{5} = 22\Omega.$$

Soluția 2 :

$$R_T = \frac{U}{I_t} = \frac{110}{11} = 10\,\Omega\,.$$

$$I_1 = \frac{W}{U} = \frac{550}{110} = 5A, \text{ deci :}$$

$$r_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{110}{5} = 22\Omega.$$

Știind că :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

și înlocuind, avem :

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{22} + \frac{1}{110} + \frac{1}{r_3},$$

Adică :

$$\frac{1}{r_3} = \frac{1}{10} - \frac{1}{22} - \frac{1}{110} = \frac{11 - 5 - 1}{110} = \frac{5}{110} = \frac{1}{22}.$$

Deci :

$$\frac{1}{r_3} = \frac{1}{22},$$

de unde :

$r_3 = 22\,\Omega$.

Soluția 3 :

P_T = putere totală

$P_T\,UI_T = 110 \times 11 = 1210$ W.

$$P_1 = 550\ W;\ P_2 = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{r_2} = \frac{U^2}{r_2} = \frac{110^2}{110} = 110W$$

$$P_3 = P_T - (P_1 + P_2) = 1210 - (550 + 110) = 550\ W,\ \text{dar}:$$

$$P_3 = U_1 \cdot U \cdot \frac{U}{r_3} = \frac{U^2}{r_3}$$

Deci :

$$r_3 = \frac{U^2}{P_3} = \frac{110^2}{550} = \frac{1210}{55} = 22\Omega,\ \text{deci: } r_3 = 22\ \Omega.$$

23. Un circuit electric este alimentat (la plecarea din tablou) la tensiunea de 220 V. La capătul opus este racordat un radiator având 3135 W. Pierderea de tensiune din circuit este de 5 % (vezi figura 61).

Să se calculeze :

a) rezistența electrică a circuitului conductoarelor(R_1) și separat a radiatorului (R_2);

b) consumul de energie electrică al radiatorului în 10 minute.

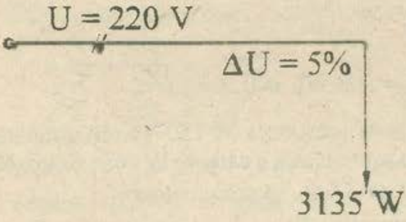


Fig.61 - Circuit electric

Rezolvare :

a) Determinăm mai întâi tensiunea la bornele radiatorului și curentul ce-i străbate:

$$\Delta U = 220 \cdot \frac{5}{100} = 11V.$$

Deci :

$$U_{rad} = U - \Delta U = 220 - 11 = 209\ V,\ \text{iar}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{3135}{209} = 15A.$$

Curentul în circuit fiind de aceeași valoare, vom avea :

$$R_1 = \frac{\Delta U}{I} = \frac{11}{15} = 0{,}73\Omega.$$

$$R_2 = \frac{U_{rad}}{I} = \frac{209}{15} = 13{,}9\Omega.$$

b) $W = P \cdot t$; $P = 3135\ W$; $t = \frac{10}{60} = 0{,}166h.$

Deci :

$W = 3135 \cdot \frac{10}{60} = 522$ Wh $= 0{,}522$ kWh.

24. Un fier de călcat electric funcționează timp de 45 minute la tensiunea de 220 V. Firul interior al rezistenței sale are 4 m lungime, 0.2 mm^2 secțiune și rezistentă specifică $\rho = 5\frac{\Omega mm^2}{m}$.

Să se determine puterea și consumul de energie electrică ale fierului de călcat.

Rezolvare :

a) Știind că $P = U \cdot I$, iar $I = \frac{U}{R}$,

vom avea :

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

Aflăm acum pe : $R = \rho\frac{l}{S} = 5 \cdot \frac{4}{0{,}2} = \frac{20}{0{,}2} = 100\Omega.$

Înlocuind avem :

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{220}{100} = \frac{48400}{100} = 484 \text{ W}.$$

b) $W = P \cdot t = 484 \cdot \frac{45}{60} = 484 \cdot 0{,}75 = 363$ Wh $= 0{,}363$ kWh.

25. La un circuit de iluminat alimentat la tensiunea de 220 V sunt conectate în paralel trei lămpi a câte 200 W fiecare și șapte lămpi a câte 40 W (vezi figura 62).

Pierderea de tensiune din circuit fiind de 2.5 %, să se calculeze:

a) rezistența electrică a circuitului (R);

b) pierderea de energie electrică din circuit în 100 ore de funcționare a lămpilor (ΔW).

Rezolvare :

a) $\Delta U = RI ; \Delta U = 220\frac{2{,}5}{100} = 5{,}5$V,

de unde : $R = \frac{U}{I}$.

Calculăm pe I din relația puterii:

$$I = \frac{P}{U}.$$

$P = (3 \cdot 200 \text{ W}) + (7 \cdot 40 \text{ W}) =$
$= 880$ W,

deci:

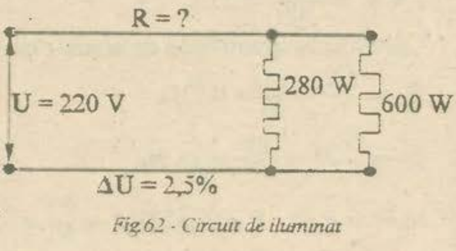


Fig.62 - Circuit de iluminat

$I = \frac{880}{220} = 4A.$

prin urmare :

$R = \frac{\Delta U}{I} = \frac{5,5}{4} = 1,37\Omega.$

b) $W = \Delta U \cdot I \cdot t = 5,5 \cdot 4 \cdot 100 = 2200$ Wh = 2,2 kWh.

26. O lampă electrică de 360 W și un radiator, având rezistența (R) de 12 Ω, funcționează la 120 V timp de 105 minute.

Să se afle :

a) secțiunea circuitului comun din aluminiu, în lungime de 16 m, care alimentează cele două receptoare (considerând $\rho = \frac{1}{32}$, deci $\gamma = 32$);

b) energia electrică consumată de cele două receptoare.

Pierderea de tensiune din circuit se va considera cea maximă admisă.

Rezolvare :

a) $S = \frac{2lI}{\gamma \Delta U}$.

Determinăm mai întâi curenții absorbiți (de lampă și de radiator).

$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{360}{120} = 3A;$

$I_2 = \frac{U}{R} = \frac{120}{12} = 10A,$

deci: $I = I_1 + I_2 = 3 + 10 = 13$ A.

Pentru circuitele de iluminat ΔU = maximum 3 % U,

deci $\Delta U = 120 \cdot \frac{3}{100} = 3,6V.$

Înlocuind acum datele cunoscute în formula secțiunii, avem :

$S = \frac{2 \cdot 16 \cdot 13}{32 \cdot 3,6} = \frac{416}{115,2} = 3,6mm^2$ (deci 4 mm^2).

b) $W = P \cdot t.$

$P_1 = 360$ W;

$P_2 = UI = 120 \cdot 10 = 1200$ W,

deci :

$W = (360 + 1200) \cdot \frac{105}{60} = 1560 \cdot 1,75 = 2730$ Wh = 2,730 kWh.

27. Să se determine :

a) rezistența electrică (R) a unui conductor de aluminiu având lungimea de 228 m și diametrul de 6 mm;

b) pierderea de energie electrică prin încălzire, dacă prin conductor trece un curent electric de 50 A timp de 10 ore (se va considera $\gamma = 32$).

Rezolvare :

a) $R = \rho \frac{L}{S}$.

Determinăm mai întâi secțiunea conductoarelor (S).

$S = \pi r^2 = 3,14 \cdot 3^2 = 3,14 \cdot 9 = 28,26 \text{ mm}^2$,

deci :

$$R = \frac{1}{32} \cdot \frac{228}{28,26} = \frac{228}{904,32} = 0,25\Omega.$$

b) $W = P \cdot t = RI^2 t = 0,25 \cdot 50^2 \cdot 10 = 6250 \text{ Wh} = 6,250 \text{ kWh}$.

28. Într-un atelier se înlocuiește un polizor cu un strung. Știind că circuitul care alimentează polizorul are conductoare de aluminiu de 2,5 mm^2, să se verifice dacă prin acest circuit se poate alimenta strungul și, în caz contrar, să se redimensioneze circuitul.

Se precizează :

- puterea electromotorului strungului: 7 kW;
- tensiunea de alimentare 380/220 V;
- $\cos\varphi = 0,8$;
- randamentul $\eta = 0,9$;
- curentul de pornire $I_p = 6\ I_{nominal}$;
- lungimea circuitului : 20 m și $\gamma = 34$;
- pierderea de tensiune la pornirea electromotorului <10%.

Rezolvare :

Determinăm curentul nominal al electromotorului strungului (I_N):

$$I_N = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3}U\cos\varphi\eta} = \frac{7000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 14,7\text{A}.$$

Facem verificările la funcționarea normală și la pornire a electromotorului (pierderea de tensiune - ΔU - și densitatea de curent δ_N).

La mersul normal :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3}lI_N\cos\varphi}{\gamma \cdot S} = \frac{1,73 \cdot 20 \cdot 14,7 \cdot 0,8}{34 \cdot 2,5} = 4,8\text{V},$$

adică procentual : 1,26 % (maximum admis = 5 %).

$\delta_N = \frac{14,7}{2,5} = 6 \text{ A/mm}^2$ (admisibilă).

La funcționarea în mers normal secțiunea circuitului corespunde:

- la pornire : ($\Delta U_p < 10\ \%$; $\delta < 20 \text{ A/mm}^2$).

$I_p = 6\ I_p = 6 \cdot 4,7 = 88,2 \text{ A}.$

$$\Delta U_p = \frac{\sqrt{3}lI_p\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{1,73 \cdot 20 \cdot 88,2 \cdot 0,8}{34 \cdot 2,5} = \frac{2441}{85} = 28,7V.$$

adică procentual : 7,2 % < 10 % (corespunzătoare).

$$\delta_p = \frac{I_p}{S} = \frac{88,2}{2,5} = 35,2 \text{ A/mm}^2 \text{ (necorespunzătoare).}$$

Este deci necesară o secțiune mai mare, și anume :

$$S = \frac{88,2}{20} = 4,4 \text{ mm}^2 \text{ (6 mm}^2 \text{ secțiunea normalizată).}$$

29. Să se calculeze secțiunea unui circuit având lungimea de 50 m, montat în tub, pentru alimentarea unui electromotor monofazat de 25 CP, 220 V, $\cos\varphi = 0,8$ și $\eta = 0,9$, cu pornire directă; la pornire electromotorul admite o pierdere de tensiune de 14 % și absoarbe de 5 ori I_N.

Calculul secțiunii se va face luând $\gamma = 32$.

Rezolvare :

a) Prima metodă

Determinarea secțiunii prin calcul

$P = 25 \text{ CP} = 25 \cdot 736 \text{ W} = 18400 \text{ W}$

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi\eta} = \frac{18400}{220 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 116,1A.$$

Determinăm secțiunea luând în considerare pierderea de tensiune $\Delta U = 5\% U$ și curentul nominal al electromotorului.

$$S = \frac{2lI\cos\varphi}{\gamma\Delta U} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 116,1 \cdot 0,8}{32 \cdot 11} = \frac{9288}{352} = 26,2mm^2$$ (normalizată : S = =35mm²).

Verificări obligatorii (3) :

- Încălzirea conductoarelor în regim de funcționare permanentă.

Pentru intensitatea de 116 A este necesară S = 50 mm².

- Densitatea curentului la pornire (<20 A/mm²).

$I_p = 116,1 \cdot 5 = 580,5 \text{ A}$

$$\frac{580,5}{50} = 11,6 \text{ A/mm}^2 \text{ (bine).}$$

- Pierderea de tensiune din circuit la pornirea electromotorului ($\Delta U_p < 14\%$).

$$\Delta U_p = \frac{2lI_p\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 580,5 \cdot 0,8}{32 \cdot 50} = \frac{46440}{1600} = 29V.$$

adică procentual : $\frac{29 \cdot 100}{220} = 13\%$ (bine).

În urma verificărilor efectuate rezultă că secțiunea de 35 mm², care corespunde la pierderea de tensiune în regim de funcționare permanent al

electromotorului, nu corespunde la densitatea de curent admisă în acest regim (încălzirea conductoarelor) și, deci, trebuie mărită la $50mm^2$.

b)A doua metodă

Alegerea secțiunii din tabele :

- determinăm valoarea curentului nominal al electromotorului;

- din tabele luăm secțiunea conductoarelor care corespunde acelui curent;

- facem toate verificările - cu secțiunea aleasă - pentru a vedea dacă ea corespunde sau nu.

$P = 25\ CP = 25 \cdot 736\ W = 18400\ W$

$$I_N = \frac{P}{U\cos\varphi\eta} = \frac{18400}{220 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 116,1A.$$

În cazul a două conductoare de aluminiu izolate și montate în tub, pentru intensitatea de 116 A este necesară, din punctul de vedere al densității de curent (deci al încălzirii conductoarelor), o secțiune între 35 și 50 mm^2 (luăm secțiunea normalizată imediat superioară : $S=50mm^2$).

Verificări obligatorii (3)

- Pierderea de tensiune în regim de funcționare permanent <5%.

$$\Delta U = \frac{2lI\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 116,1 \cdot 0,8}{32 \cdot 50} = \frac{9288}{1600} = 5,8V.$$

adică procentual : $\frac{5,8 \cdot 100}{220} = 2,6$ (bine).

- Densitatea curentului la pornire $<20\ A/mm^2$

$I_p = 116,1 \cdot 5 = 580,5\ A$

$$\delta p = \frac{580,5}{50} = 11,6\ A/mm^2 \text{ (bine)}$$

- Pierderea de tensiune din circuit la pornirea electromotorului (ΔU<14%).

$$\Delta U_p = \frac{2lI_p\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 580,5 \cdot 0,8}{32 \cdot 50} = \frac{46440}{1600} = 29V.$$

adică procentual: $\frac{29 \cdot 100}{220} = 13\%$(bine).

Toate verificările dând rezultate bune (în limite admise), rezultă că secțiunea de 50 mm^2 este corespunzătoare.

30. O coloană electrică de 380 / 220 V de aluminiu în lungime de 25 m alimentează un tablou secundar de la care pleacă circuite pentru :

- 1 electromotor trifazat de 4 kW;
- 1 electromotor monofazat de 2 kW;
- 20 lămpi de câte 100 W fiecare.

Electromotoarele au pornire directă și absorb la pornire de șase ori curentul nominal (I_N). Pierderea de tensiune admisă în coloană este de 2 %, iar la pornirea

electromotoarelor maximum 10%; conductibilitata $\gamma = 34$, $\cos\varphi = 0,7$ $\eta = 0,9$ (vezi figura 63).

Ţinându-se seama de o încărcare echilibrată a fazelor şi de un mers simultan la plină sarcină a tuturor receptoarelor, să se determine secţiunea coloanei.

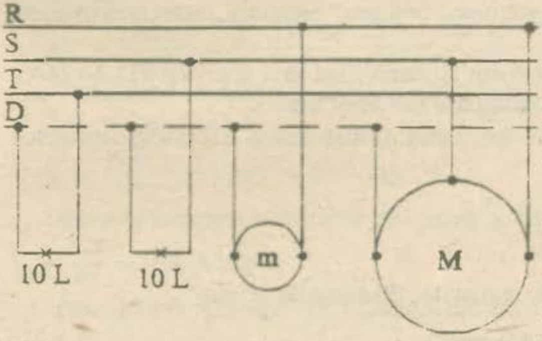


Fig. 63 - Schemă de alimentare a receptoarelor

Rezolvare :

Pentru echilibrarea sarcinilor pe cele trei faze vom proceda astfel: electromotorul monofazat îl vom conecta la faza *R* (de exemplu), iar câte 10 lămpi le vom conecta la faza *S*, respectiv faza T. Ca urmare, faza cea mai încărcată va fi faza *R*, la care am conectat una din fazele electromotorului trifazat (*M*), precum şi electromotorul monofazat (*m*).

Vom calcula deci secţiunea coloanei, luând în considerare curentul total din faza cea mai încărcată, *R*.

a) Prima metodă

Determinarea secţiunii prin calcul

Deoarece avem electromotoare diferite (monofazat şi trifazat), trebuie să calculăm secţiunea necesară pentru fiecare separat, folosind formulele corespunzătoare :

a) secţiunea necesară pentru electromotorul trifazat :

$$I_M = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi\eta} = \frac{4000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = \frac{4000}{414} = 9,6\text{A}.$$

$$S_M = \frac{\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma\Delta U} = \frac{1,73 \cdot 25 \cdot 9,6 \cdot 0,7}{34 \cdot 7,6} = \frac{290,6}{258,4} = 1,1\text{mm}^2.$$

b) secţiunea necesară electromotorului monofazat :

$$I_m = \frac{P}{U\cos\varphi\eta} = \frac{2000}{220 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = \frac{2000}{138} = 14,4\text{A}$$

$$S_m = \frac{2lI\cos\varphi}{\gamma\Delta U} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 14,4 \cdot 0,7}{34 \cdot 4,4} = \frac{504}{149,6} = 3,3\text{ mm}^2.$$

(Pentru lămpi care însumează câte 1000 W pe faza *S* şi pe faza *T* nu se mai calculează secţiunea necesară, fazele *S* şi *T* având aceeaşi secţiune mărită, ca şi faza *R*, pentru electromotorul monofazat care are 2000 W).

Secţiunea necesară pentru coloană, considerând pierdera de tensiune de 2 %, va fi :

$S_T = 1,1 + 3,3 = 4,4$ mm^2(standardizat 6 mm^2).

Verificări obligatorii :

- Încălzirea conductoarelor

Din tabele rezultă că pentru secţiunea de 6 mm ^{2} aluminiu, încărcarea maximă de durată este de 30 A.

În cazul nostru curentul total din coloană fiind mai mic (9,6+14,4=24A), secţiunea de 6 mm^2 este corespunzătoare sub acest aspect.

- Densitatea de curent la pornirea simultană a electromotoarelor (<20A/mm^2).

$I_p = 24 \cdot 6 = 144$ A.

$\delta_p = \frac{144}{6} = 24A > 20A.$

Deci este necesară o secţiune mai mare, şi anume de 10 mm^2

(pentru care $\delta_p = \frac{144}{10} = 14,4$ A/mm^2).

- Pierderea de tensiune din coloană la pornirea simultană a electromotoarelor ($\Delta U < 10\% U$).

Considerăm situaţia cea mai defavorabilă prin aplicarea formulei de pierdere de tensiune pentru electromotoarele monofazate.

$$\Delta U_p = \frac{2lI_p\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 144 \cdot 0,7}{34 \cdot 10} = \frac{5040}{340} \approx 15V.$$

adică procentual $\frac{15 \cdot 100}{220} = 7\%$ (bine).

b) A doua metodă

Alegerea secţiunii din tabele.

- Determinăm valoarea curentului nominal al electromotoarelor.

- Căutăm în tabele şi luăm secţiunea conductoarelor care corespunde sumei celor doi curenţi nominali.

- Facem toate verificările - cu secţiunea aleasă - pentru a vedea dacă ea corespunde sau nu.

$$I_M = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi\eta} = \frac{4000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 9,6A.$$

$$I_m = \frac{P}{U\cos\varphi\eta} = \frac{2000}{220 \cdot 0,7 \cdot 0,9} = 14,4A.$$

$I_T = 9,6 + 14,4 = 24$ A (faza cea mai încărcată -R -)

În cazul a patru conductoare de aluminiu izolate şi montate în tub pentru intensitatea de 24 A este necesară, din punctul de vedere al densităţii curentului

(deci al încălzirii conductoarelor), o secțiune între 4 și 6 mm^2 (luăm secțiunea normalizată imediat superioară : S = 6 mm^2).

Verificări obligatorii :

- Pierderea de tensiune în regim permanent de funcționare (2%)

Folosim - acoperitor - relația pierderii de tensiune pentru electromotoare monofazate :

$$\Delta U = \frac{2lI\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 24 \cdot 0.7}{34 \cdot 6} = \frac{840}{204} = 4.1 \text{ V (1.8 \% - bine)}.$$

- Densitatea de curent la pornire <20 A/mm^2.

$$I_p = 24 \cdot 6 = 144 \text{ A}$$

$$\delta_p = \frac{144}{6} = 24 \text{A/mm}^2 > 20 \text{ A/mm}^2$$

Deci este necesară o secțiune mai mare, și anume : de 10 mm^2(pentru care $\delta_p = \frac{144}{10} = 14.4$ A/mm^2).

- Pierderea de tensiune din coloană la pornirea simultană a electromotoarelor $\Delta U_p < 10\% U$.

Considerăm situația cea mai defavorabilă prin aplicarea formulei de pierdere de tensiune pentru electromotoarele monofazate :

$$\Delta U_p = \frac{2lI\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 144 \cdot 0.7}{34 \cdot 10} = 15\text{V (7 \% - bine)}.$$

31. Să se determine prin calcul secțiunea unei coloane electrice trifazate din aluminiu, în lungime de 30 m, la capătul căreia sunt conectate: un electromotor de 2,5 CP; 3 x 380 V și un electromotor de 2 kW; 2 x 220 V, știind că acestea absorb la pornire de trei ori curentul nominal și că randamentul lor (η) este de 0,95, factorul de putere ($\cos\varphi$) de 0,9, pierderea de tensiune în coloană de 3 %, conductibilitatea conductoarelor (γ) de 32, iar pierderea de tensiune maximă admisă la pornirea electromotoarelor de 12 %.

Rezolvare:

Potrivit primei metode de rezolvare, determinăm valoarea secțiunii care să corespundă pierderii de tensiune de 3 %, după care vom verifica dacă secțiunea obținută corespunde la încălzire, densitatea de curent și pierderea de tensiune (de 12 %) la pornire (indicată de constructorul electromotoarelor).

a) secțiunea necesară electromotorului trifazat :

$$P = 2.5 \cdot 736 = 1840 \text{ W}$$

$$I_M = \frac{P_W}{\sqrt{3}U\cos\varphi\eta} = \frac{1840}{1.73 \cdot 380 \cdot 0.95 \cdot 9.0} = 3.27\text{A}$$

$$\Delta U = \frac{380 \cdot 3}{100} = 11.4\text{V}$$

$$S_M = \frac{\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma \Delta U} = \frac{1,73 \cdot 30 \cdot 3,27 \cdot 0,9}{32 \cdot 11,4} = 0,4\text{mm}^2$$

b) secțiunea necesară electromotorului monofazat

$$I_m = \frac{P}{U\cos\varphi\eta} = \frac{2000}{220 \cdot 0,95 \cdot 0,9} = 10,6\text{A}$$

$$\Delta U = \frac{220 \cdot 3}{100} = 6,6\text{V}$$

$$S_m = \frac{2lI\cos}{\gamma \Delta U} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 10,6 \cdot 0,9}{32 \cdot 6,6} = 2,7\text{mm}^2.$$

Secțiunea necesară pentru coloană, considerând pierderea de tensiune de 3%, va fi deci $S_T = 0,4 + 2,7 = 3,1$ mm^2 (standardizat : S =4 mm^2).

Verificări obligatorii (3) :

- Încălzirea conductoarelor :

Din tabele rezultă că pentru secțiunea de 3 x 4 mm^2 aluminiu încărcarea maximă de durată este de 28 A, deci mai mare decât curentul din coloană (3,27 + 10,6 = 13,87 A).Prin urmare, secțiunea de 4 mm^2 corespunde la încălzire.

- Densitatea de curent la pornirea simultană a electromotoarelor (δ_p<20A/mm^2).

I_{pornire}= 3 · 13,87 = 41,61 A

$$\delta_p = \frac{I_p}{S} = \frac{41,61}{4} = 10,4\text{A/mm}^2 < 20 \text{ A/mm}^2 \text{ (bine)}.$$

Secțiunea de 4 mm^2 corespunde și la densitatea de curent la pornire.

- Pierderea de tensiune la pornirea electromotoarelor (ΔU_p<12%U).

Considerăm situația cea mai defavorabilă, și anume : pornirea simultană:

$$\Delta U_p = \frac{2lI_p\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 41,6 \cdot 0,9}{32 \cdot 4} = 18\text{V}, \text{ (8 \% - bine)}.$$

În concluzie, secțiunea de 4 mm^2 aluminiu corespunde.

32. Ce secțiune este necesară pentru conductoarele unui circuit electric trifazat din cupru (montat în tub), în lungime de 50 m, care va alimenta un electromotor de 20 kW : 3 x 380 V; $\cos\varphi = 0,7$; $\eta = 0,9$, care admite la pornire o scădere a tensiunii de maximum 12 %.

Electromotorul absoarbe la pornire de 6 ori I_N.

Pierderea de tensiune (de durată) admisă în circuit la plină sarcină va fi de 3%, iar $\gamma = 57$ (vezi figura 64).

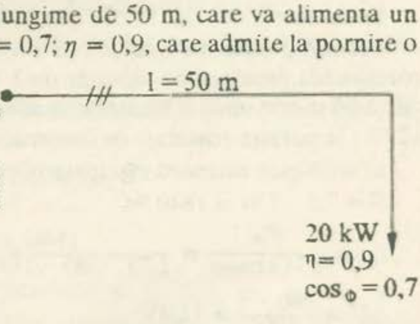


Fig.64 - Circuit electric

Rezolvare :

Folosim prima metodă de determinare a secțiunii prin calcul :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U\eta\cos\varphi} = \frac{20000}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}7} = \frac{20000}{414{,}2} = 48{,}2\text{A}$$

$$S = \frac{\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma\Delta U_v} = \frac{1{,}73 \cdot 50 \cdot 48{,}2 \cdot 0{,}7}{57 \cdot 11{,}4} = \frac{2918{,}5}{649{,}8} = 4{,}4\text{mm}^2$$ (standardizat 6 mm^2).

Verificări obligatorii (3):

- Încălzirea conductorului

Din tabele rezultă că pentru trei conductoare de cupru de 6 mm^2 montate în tub, încărcarea maximă de durată este de 42 A, deci mai mică decât în cazul nostru.

Vom considera deci o secțiune mai mare : $S = 10\ mm^2$.

- Densitatea de curent din conductoare la pornirea electromotorului : ($\delta < 35\ A/mm^2$).

$$I_p = 6\,I_N = 6 \cdot 48{,}2 = 289\text{ A}$$

$$\delta = \frac{I_p}{S} = \frac{289}{10} = 28{,}9\ A/mm^2 < 35\ A/mm^2$$ (bine).

- Pierderea de tensiune din circuit la pornirea electromotorului:

$$\Delta U_p = \frac{\sqrt{3}lI_p\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{1{,}73 \cdot 50 \cdot 289 \cdot 0{,}7}{57 \cdot 10} = \frac{17499}{570} = 32\text{V}$$

(procentual $= \frac{32 \cdot 100}{380} \approx 8\%$).

Rezultă că secțiunea de 10 mm^2 de cupru corespunde la toate verificările.

33. O coloană electrică de 3 x 380 / 220 V dintr-o întreprindere industrială alimentează un tablou cu siguranțe la care sunt racordate :

- un electromotor trifazat de 10 kW, având $\cos\varphi = 0{,}9$, $\eta = 0{,}9$ și $I_{pornire} = 6\,I_{nominal}$;
- 51 becuri electrice de câte 100 W.

Să se determine secțiunile conductoarelor pentru întreaga instalație electrică (electromotor, lămpi și coloană), cunoscând că lungimea coloanei este de 25 m, lungimea circuitului electromotorului de 30 m, iar cele ale lămpilor de 35 m.

Pierderile de tensiune se vor lua : 3 % pentru sarcina nominală și 8 % la pornirea electromotorului; 2 % pentru lămpi și 1 %

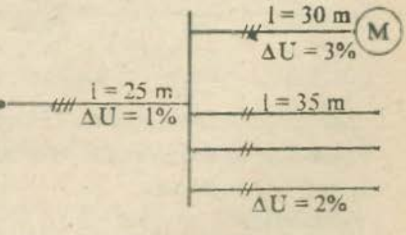


Fig. 65 - Schemă electrică de alimentare a unui tablou electric de distribuție

pentru coloană (se va considera $\rho = \frac{1}{32}$).

Rezolvare :

- Secțiunea necesară circuitului electromotorului

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi\eta} = \frac{10000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = \frac{10000}{532,4} = 18,7\text{A}$$

$$S = \frac{\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma\Delta U_v} = \frac{873,4}{364,8} = 2,4\text{mm}^2 \text{ (standardizat : } S = 2,5 \text{ mm}^2\text{)}$$

Verificări obligatorii :

- Încălzirea conductoarelor

Din tabele rezultă că pentru trei conductoare de aluminiu de 2,5 mm^2 montate în tub se admite un curent maxim de 19 A, deci ne încadrăm în valoare.

- Densitatea de curent din conductoare la pornirea electromotorului (maximum 20 A / mm^2).

$$I_p = 18,7 \cdot 6 = 112,2 \text{ A}$$

$$\delta = \frac{I_p}{S} = \frac{112,2}{2,5} = 44 \text{ A/mm}^2 \text{ (mult prea mare)}.$$

Avem nevoie deci de o secțiune cel puțin dublă : S = 6 mm^2.

- Pierderea de tensiune din circuit la pornirea electromotorului (admis maximum 8 %).

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3}lI\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{5240,4}{192} = 27\text{V} \text{ (procentual } \frac{27 \cdot 100}{380} = 7\% \text{ (bine)}.$$

Secțiunea necesară este deci : S = 6 mm^2

- Secțiunea necesară pentru circuitele lămpilor

Vom repartiza lămpile pe cele trei faze (17 lămpi / fază).

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1700}{220} = 7,7\text{A}$$

$$S = \frac{2lI}{\gamma\Delta U_v} = \frac{2 \cdot 35 \cdot 7,7}{32 \cdot 4,4} = \frac{539}{140,9} = 3,8\text{mm}^2 \text{ (standardizat 4 mm}^2\text{)}.$$

(unde $\Delta U_v = \frac{2 \cdot 220}{100} = 4,4\text{V}$).

- Secțiunea necesară pentru coloană

În cazul de față se ia suma celor două secțiuni :

$$S_c = 6 + 4 = 10 \text{ mm}^2$$

Verificări :

Verificarea se va face numai la pierderea de tensiune admisă în coloana (1 %), deoarece cele două secțiuni însumate corespund fiecare în parte la verificările aferente.

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} lI \cos\varphi}{\gamma S} = \frac{1,73 \cdot 25 \cdot 26,4 \cdot 0,9}{32 \cdot 10} = 3,2 V.$$

$$(\text{procentual} = \frac{3,2 \cdot 100}{380} = 0,8\% \text{ (bine)}.$$

34. Printr-o linie electrică trifazată de 3 x 380 V aeriană în lungime de 400 m, având S = 95 mm^2, se transportă o sarcină electrică de 100 kW sub un $\cos\varphi = 0,8$.

Să se analizeze dacă linia respectivă corespunde sarcinii (densitatea de curent, pierdere de tensiune, pierdere de putere). Se va considera $\gamma = 32$.

Rezolvare :

a) $$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\varphi} = \frac{100000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8} = \frac{100000}{525} = 190A$$

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{190}{95} = 2 \text{ A/mm}^2$$

b) $$\Delta U_v = \frac{\sqrt{3} lI \cos\varphi}{\gamma S} = \frac{1,73 \cdot 400 \cdot 190 \cdot 0,8}{32 \cdot 95} = \frac{105184}{3040} = 34V$$

$$(\textit{procentual} = \frac{34 \cdot 100}{380} = 9\%).$$

c) $$\Delta P\% = \frac{100\, lP}{\gamma S U^2 \cos^2\varphi} = \frac{100 \cdot 400 \cdot 100000}{32 \cdot 95 \cdot 380^2 \cdot 0,8^2} = 14,2\%$$

Analizând datele de mai sus, rezultă că deși densitatea de curent în linie este acceptabilă, totuși pierderea mare de tensiune și de putere, și anume, de 9 % la tensiune și 14 % la putere sunt inacceptabile, linia fiind mult supraîncărcată (cu de 2 - 4 ori sarcina, funcție de consumatorii ce-i deservește).

35. O coloană electrică trifazată (380 / 220 V), în lungime de 20 m, având conductoare de aluminiu neizolate montate în aer (exterior), trebuie să alimenteze un tablou de distribuție de la care pleacă circuite pentru :

- 1 electromotor trifazat de 5 kW;
- 1 electromotor monofazat de 4 kW;
- 2 electromotoare monofazate de câte 2 kW fiecare;
- 30 lămpi electrice de câte 200 W fiecare.

Pierderea de tensiune admisă în coloană este de 2 %.

Electromotoarele au $\eta = 0,9$; $\cos\varphi = 0,8$, iar la pornire ele absorb de cinci ori I_N și admit o pierdere de tensiune de 10 %.

Ținându-se seama de o încărcare echilibrată a fazelor, să se determine secțiunea coloanei, știind că coeficientul de încărcare a instalației este de 0,8 (se va considera $\gamma = 34$).

Rezolvare:

În scopul echilibrării sarcinilor pe cele trei faze și repartizând lămpile pe toate fazele, montăm electromotoarele ca în figura 66.

Pentru determinarea secțiunii coloanei de alimentare prin prima metodă, considerăm faza cea mai încărcată faza R, la care sunt racordate electromotorul trifazat de 5 kW, electromotorul monofazat de 4 kW și 10 lămpi însumând puterea de 2 kW, și calculăm în prealabil curenții absorbiți de aceștia.

$$I_{M5} = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi\eta} = \frac{5000}{1{,}73 \cdot 380 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}8} = \frac{5000}{473{,}2} = 10{,}5\text{A}$$

$$I_{m4} = \frac{P}{U\cos\varphi\eta} = \frac{4000}{220 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}9} = \frac{4000}{158{,}4} = 25\text{A}$$

$$I_L = \frac{P}{U} = \frac{2000}{220} = 9\text{A}$$

și apoi secțiunile :

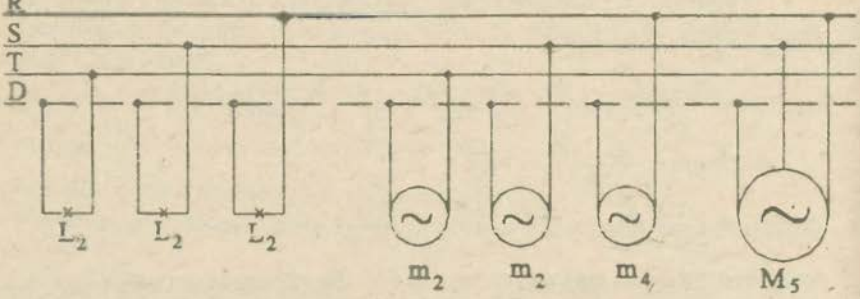


Fig. 66 - Schemă electrică a unei rețele trifazate

$$S_{M5} = \frac{\sqrt{3}\,lI\cos\varphi}{\gamma\Delta U_v} = \frac{1{,}73 \cdot 20 \cdot 10{,}5 \cdot 0{,}8}{34 \cdot 7{,}6} = \frac{290}{258{,}4} = 1{,}1\text{mm}^2$$

$$S_{M4} = \frac{2lI\cos\varphi}{\gamma\Delta U_v} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 0.8}{34 \cdot 4{,}4} = \frac{800}{150} = 5{,}3\text{mm}^2$$

$$S_L = \frac{2lI}{\gamma\Delta U_v} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 9}{34 \cdot 4{,}4} = \frac{360}{150} = 2{,}4\text{mm}^2$$

Total : 8,8 mm^2 (standardizat : 10 mm^2)

Verificări :

- Încălzirea conductoarelor

Pentru ambele electromotoare avem la plină sarcină un curent de 35,5 A, căruia îi revine proporțional (din secțiunea de 10 mm^2) o secțiune de 7,5 mm^2 corespunzătoare.

- Densitatea de curent la pornirea electromotoarelor

Considerând situația cea mai defavorabilă a pornirilor simultane și ținând seama și de coeficientul de cerere de 0,8, avem :

$I_p = (35,5 \cdot 5) \cdot 0,8 = 142$ A

$\delta_p = \frac{I_p}{S} = \frac{142}{7,5} = 19$ A/mm^2 (admisibil).

- Pierderea de tensiune din coloană la pornirea electromotoarelor

Pentru simplificare și considerând totuși o situație acoperitoare, determinăm pierderea de tensiune ca și cum ambele electromotoare ar fi monofazate.

$$\Delta U_p = \frac{2lI_p\cos\varphi}{\gamma S} = \frac{20 \cdot 2 \cdot 142 \cdot 0,8}{34 \cdot 7,5} = \frac{4544}{245} = 18\text{V}$$

(*procentual* $= \frac{18 \cdot 100}{220} = 8\%$ (bine).

Secțiunea de 10 mm^2 aluminiu este deci corespunzătoare.

36. Să se calculeze prețul mediu de revenire al unui kWh consumat de instalațiile unui mare consumator industrial, căruia i se aplică tariful binom pentru o lună în care avea aprobată o putere de 250 kW în orele de vârf de seară și care a realizat :

- energie electrică consumată în orele de vârf de seară	40000 kWh;
- energie electrică consumată în afara orelor de vârf de seară	250000 kWh;
- putere electrică maximă absorbită	500 kW
- putere electrică absorbită în orele de vârf de seară (după curba orară de consum)	350 kW

Instalațiile electrice se alimentează dintr-o rețea de distribuție de 20 kV.

Rezolvare :

Din analiza datelor rezultă că în luna respectivă consumatorul a depășit în orele de vârf puterea aprobată cu 100 kW. Pentru aceasta el va plăti o taxă suplimentară egală cu dublul taxei ce se aplică în cazul sistemului de tarifare binomă, adică 2 x 16.100 lei pentru fiecare kW depășire.

Vom avea deci:

40000 kWh · 138,30 lei/kWh = 5.532.000 lei

250000 kWh · 50,00 lei/kWh = 12.500.000 lei

350 kWh · 16.100,00 lei/kWh = 5.635.000 lei

150 kWh · 6.750,00 lei/kWh = 1.012.500 lei

TOTAL I = 24.679.500 lei

2 · 100 kW · 16.100 lei/kWh = 3.220.000 lei este majorarea pentru depășirea puterii contractată la orele de vârf

TOTAL II = 27.899.500 lei

Prețul mediu de revenire :

$\frac{27.899.500}{290.000} = 96,21$ lei/kWh.

37. Să se determine rezistența totală a unui circuit format din trei lămpi electrice conectate în paralel, având rezistențele de 100 Ω, 200 Ω și 300 Ω. Rezistența fiecărui conductor de alimentare este de 0,25 Ω (vezi figura 67).

Rezolvare :

$r_1 = r_2 = 0{,}25\ \Omega$

$r_3 = 100\ \Omega$

$r_4 = 200\ \Omega$

$r_5 = 300\ \Omega$

Conductanța lămpilor conectate în paralel

$$G = \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} + \frac{1}{r_5} = \frac{1}{100} + \frac{1}{200} + \frac{1}{300} = \frac{11}{600} \cdot \frac{1}{\Omega}$$

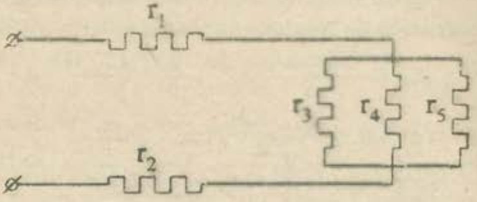


Fig.67 - Circuit electric

Rezistența lămpilor în paralel

$$r_{3,4,5} = \frac{1}{g} = 1 : \frac{11}{600} = \frac{600}{11} = 54{,}5$$

Rezistența totală echivalentă a circuitelor :

$$= r_1 + r_{3,4,5} + r_2 = 0{,}25 + 54{,}5 + 0{,}25 = 55\ \Omega.$$

38. Un receptor electric având rezistența de 2 Ω este alimentat cu energie electrică de către un generator cu rezistența interioară de 0,3 Ω și o forță electromotoare de 220 V. Receptorul este conectat la generator printr-o linie cu două conductoare. Rezistența fiecărui conductor al liniei este de 0,15 Ω. Să se determine tensiunea la bornele generatorului și căderea de tensiune în linie (vezi figura 68).

$E = 220\ V$

$r_i = 0{,}3\ \Omega$

$r_1 = r_2 = 0{,}15\ \Omega$

$r_3 = 2\ \Omega$

Rezolvare :

Rezistența echivalentă a circuitului exterior este :

$$r = r_1 + r_2 + r_3 = 0{,}15 + 0{,}15 + 2 = 2{,}3\ \Omega.$$

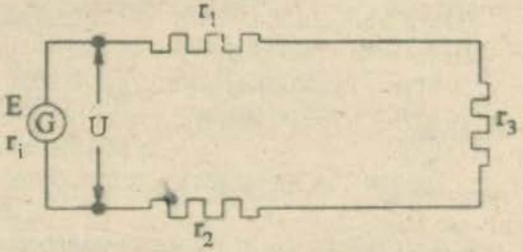


Fig.68 - Circuit electric

Curentul în circuit

$$I = \frac{E}{r_l + r} = \frac{220}{0,3 + 2,3} = \frac{220}{2,6} = 84,5 \text{A}$$

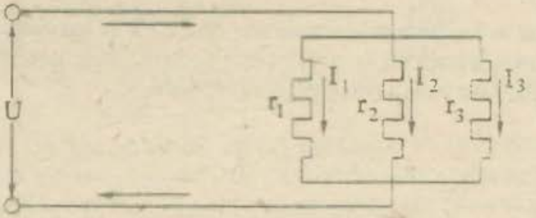
Tensiunea la bornele generatorului

$$U = I \cdot r = 84,5 \cdot 2,3 = 194,35 \text{ V}$$

Cădere de tensiune în linie

$$\Delta U = I \cdot (r_1 + r_2) = 84,5(0,15 + 0,15) = 25,3 \text{ V}$$

39. Un circuit are trei derivații, cu rezistențele 30 Ω, 90 Ω, 45 Ω. Curentul în conductoarele de alimentare este 8 A. Să se determine tensiunea la bornele circuitului și curentul în fiecare derivație (vezi figura 69).



$I = 8$ A
$r_1 = 30\ \Omega$
$r_2 = 90\ \Omega$
$r_3 = 45\ \Omega$

Fig.69 - Circuit electric

Rezolvare :

Se determină conductanța totală a circuitului:

$$G = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} = \frac{1}{30} + \frac{1}{90} + \frac{1}{45} = \frac{6}{90} = \frac{1}{15}\ \frac{1}{\Omega}$$

Rezistența totală a circuitului:

$$r = \frac{1}{g} = 1 : \frac{1}{15} = 15\Omega$$

Tensiunea la bornele circuitului:

$$U = I \cdot r = 8 \cdot 15 = 120 \text{ V}$$

Curentul în derivație:

$$I_1 = \frac{U}{r_1} = \frac{120}{30} = 4\text{A}$$

$$I_2 = \frac{U}{r_2} = \frac{120}{90} = 1,33\text{A}$$

$$I_3 = \frac{U}{r_3} = \frac{120}{r_4} = 2,67\text{A}$$

40. Un electromotor având randamentul $\eta = 80\%$ este parcurs de un curent de 15 A la o tensiune de 220 V. Să se determine puterile totală și utilă ale motorului în kW și CP.

40. Un electromotor având randamentul $\eta = 80\%$ este parcurs de un curent de 15 A la o tensiune de 220 V. Să se determine puterile totală și utilă ale motorului în kW și CP.

Rezolvare :

Puterea consumată de motor (puterea totală)

$P_1 = U \cdot I = 220 \cdot 15 = 3{,}6\ kW$

Puterea cedată de motor (puterea utilă)

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot \eta}{100} = \frac{3{,}6 \cdot 80}{100} = 2{,}88\text{kW},$$

sau

$P_2 = 2{,}88 \cdot 1{,}36 \approx 4$ CP

41. Un generator, având la bornele sale tensiunea de 220 V și randamentul $\eta = 90\%$, alimentează cu curent un circuit cu o rezistență de 2,6 Ω. Să se determine puterea motorului care pune în mișcare rotorul generatorului.

Rezolvare :

Curentul în circuit

$$I = \frac{U}{r} = \frac{220}{2{,}6} = 85\text{A}$$

Puterea cedată de generator

$P = U I = 220 \cdot 85 = 18{,}7$ kW

Puterea motorului

$$P_1 = \frac{P_2 \cdot 100}{\eta} = \frac{18{,}7 \cdot 100}{90} = 20{,}75\text{kW},$$

sau

$P_1 = 20{,}75 \cdot 1{,}36 \approx 29$ CP

Pierderea de putere poate fi determinată după formula

$\Delta P = P - P_{rec}$,

unde :

P este puterea circuitului la bornele de alimentare,

P_{rec} - puterea receptorului.

42. Să se calculeze impedanța și defazajul între tensiune și curent ale unei bobine cu rezistența activă de 1,5 Ω și cu o reactanță de 2 Ω.

Rezolvare :

Impedanța bobinei

$$Z = \sqrt{r^2 + x^2} = \sqrt{1{,}5^2 + 2^2} = \sqrt{6{,}25} = 2{,}3\Omega$$

Defazajul se determină din formula : $\cos\varphi = \frac{r}{z} = \frac{1{,}5}{2{,}5} = 0{,}6$

Din tabel se găsește $\varphi = 53^{\circ}$

Rezolvare :

Impedanța bobinei

$$Z=\sqrt{r^2+x^2}=\sqrt{40^2+25^2}=\sqrt{2225}=47\Omega$$

Indicația ampermetrului :

$$I=\frac{U}{Z}=\frac{132}{47}=2.8A$$

Indicațiile cosfimetrului :

$$\cos\varphi=\frac{r}{Z}=\frac{40}{47}=0.85$$

Căderea de tensiune activă :

$$U_r=I\cdot r=2.8\cdot 40=112\ V.$$

Căderea de tensiune inductivă :

$$U_L=I\cdot L=2.8\cdot 25=70\ V.$$

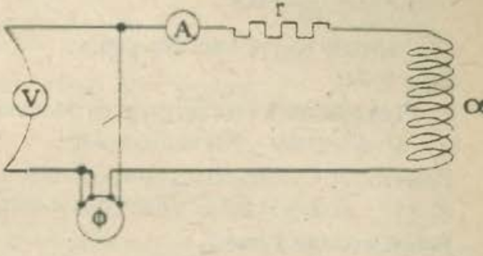


Fig.70 - Circuit electric

44. Un generator de curent alternativ alimentează cu energie electrică un circuit care are $\cos\varphi = 0.83$. Tensiunea la bornele generatorului este de 240 V, curentul în circuit este 120 A. Să se determine puterea aparentă, activă și reactivă.

Rezolvare :

Puterea aparentă

$$S=U\cdot I=240\cdot 120=28800\ VA=28.8\ kVA$$

Puterea activă

$$P=UI\cos\varphi=240\cdot 120\cdot 0.83=23901\ W=23.9\ kW$$

Puterea reactivă

$$Q=UI\sin\varphi=240\cdot 120\cdot 0.56=16128\ var=16.1\ kvar.$$

Valoarea de 0,56 a $\sin\varphi$ s-a luat din tabelele trigonometrice după ce s-a determinat că 0.83 corespunde drept $\cos\varphi$ la un unghi de 34^0.

Puterea reactivă, în lipsa tabelelor trigonometrice, se poate determina și din formula :

$$Q=\sqrt{S^2-P^2}=\sqrt{28.8^2-23.9^2}=\sqrt{829-571}=\sqrt{258}=16.1kvar.$$

45. Într-un circuit alimentat de un generator de curent alternativ este conectat un receptor care are o rezistență activă de 8 Ω și o reactanță de 6 Ω. Tensiunea la bornele generatorului este de 2000 V. Să se determine puterea aparentă a generatorului, puterea consumată în circuit și puterea reactivă.

Rezolvare :

Impedanța circuitului este :

$$Z=\sqrt{r^2+x^2}=\sqrt{8^2+6^2}=\sqrt{100}=10\Omega$$

Curentul in circuit este :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{2000}{10} = 200A$$

Factorul de putere al circuitului este :

$$\cos\varphi = \frac{r}{Z} = \frac{8}{10} = 0,8$$

Din tabelele trigonometrice găsim :

$\sin\varphi = 0,6$

Puterea aparentă (totală) a generatorului este :

$S = U \cdot I = 2000 \cdot 200 = 400$ kVA.

Puterea activă consumată în circuit este :

$P = U \cdot I \cos\varphi = 2000 \cdot 200 \cdot 0,8 = 320$ kW

Puterea reactivă este :

$Q = U \cdot I \sin\varphi = 2000 \cdot 200 \cdot 0,6 = 24$ kvar.

46. Pe tabloul de distribuție al unui consumator sunt montate un voltmetru, un ampermetru și un wattmetru, care indică 220 V, 80 A și respectiv 14,1 kW.

Să se determine factorul de putere, impedanța, rezistența activă și reactanța circuitului.

Rezolvare :

Factorul de putere este :

$$\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{14100}{220 \cdot 80} = 0.8$$

Impedanța circuitului este :

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{80} = 2,75\Omega$$

Rezistența activă este :

$r = Z \cdot \cos\varphi = 2,75 \cdot 0,8 = 2,2\ \Omega$

Reactanța circuitului este

$$x = \sqrt{Z^2 - r^2} = \sqrt{2,75^2 - 2,2^2} = \sqrt{7,5625 - 4,84} = \sqrt{2,7225} = 1,65\Omega.$$

47. Un electromotor monofazat conectat la o rețea de curent alternativ de 220V consumă un curent de 5 A și funcționează la un $\cos\varphi = 0,85$.

Să se determine puterea activă consumată de electromotor.

Rezolvare :

$P = U \cdot I \cos\varphi = 220 \cdot 50,85 = 935$ kW.

48. Un generator de curent alternativ alimentează cu energie electrică un circuit în care $\cos\varphi = 0,85$. Dacă tensiunea la bornele generatorului este de 400V și curentul în circuit este de 7,5 A, să se determine puterea aparentă, puterea activă și puterea reactivă ale generatorului.

Rezolvare :

și curentul în circuit este de 7,5 A, să se determine puterea aparentă, puterea activă și puterea reactivă ale generatorului.

Rezolvare :

Puterea aparentă este :

$S = U \cdot I = 400 \cdot 75 = 30000$ VA = 30 kVA.

Puterea activă este :

$P = U \cdot I \cos\varphi = 400 \cdot 75 \cdot 0{,}85 = 25500$ W = 25,5 kW

Puterea reactivă este :

$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{30^2 - 25{,}5^2} = \sqrt{900-650} = \sqrt{250} = 15{,}8$kvar.

49. Un electromotor trifazat ale cărui înfășurări sunt conectate în stea este racordat la o rețea cu tensiunea pe fază de 220 V și curentul pe fiecare fază este de 10 A.

Să se determine puterile activă și reactivă ale electromotorului care funcționează cu un factor de putere de 0,72.

Rezolvare :

Tensiunea de linie este :

$U1 = \sqrt{3} \cdot U_f = 1{,}73 \cdot 220 = 380$V

Cunoscând factorul de putere de 0,72, determinăm unghiul și sinφ care sunt :

$\varphi = 44^o$; $\sin\varphi = 0{,}69$

Puterea activă este :

$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 380 \cdot 10 \cdot 0{,}72 = 4733{,}28$ W = 4,7 kW

Puterea reactivă este :

$Q = \sqrt{3} \cdot U I \sin\varphi = 1{,}73 \cdot 380 \cdot 10 \cdot 0{,}69 = 4536{,}06$ var = 4,6 kvar.

50. La o rețea de curent alternativ trifazată este alimentat un receptor electric conectat în triunghi. Tensiunea de linie este 220 V. Să se determine puterea consumată în circuit cunoscând că încărcăturile pe faze sunt neuniforme, și anume: prima fază are o rezistență activă de 3 Ω și o reactanță inductivă de 4 Ω, a doua fază are o rezistență activă de 6 Ω și reactanța inductivă de 8 Ω, iar a treia fază are rezistența activă de 8 Ω și recatanța inductivă de 6 Ω.

Rezolvare :

Având o sarcină neuniform repartizată, puterea totală se determină ca sumă de puteri ale celor trei faze.

Tensiunea pe fază este:

$U_f = U_1 = 220$ V

a) Prima fază

$Z_1 = \sqrt{r_1^2 + x_{L1}^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5\ \Omega.$

$$If_1 = \frac{U_f}{Z_1} = \frac{220}{5} = 44A$$

$$P_{f1} = U_f \cdot I_{f1} \cdot \cos\varphi_1 = 220 \cdot 44 \cdot 0{,}6 = 5808 \text{ W}$$

b) A doua fază :

$$Z_2 = \sqrt{r_2^2 + X_{L2}^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{100} = 10\,\Omega .$$

$$\cos\varphi_2 = \frac{r_2}{Z_2} = \frac{6}{10} = 0{,}6$$

$$I_{f2} = \frac{U_f}{Z_2} = \frac{220}{10} = 22A$$

$$P_{f2} = U_f \cdot I_{f1} \cdot \cos\varphi_2 = 220 \cdot 22 \cdot 0{,}6 = 2904 \text{ W}$$

c) A treia fază

$$Z_3 = \sqrt{r_3^2 + X_{L3}^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = \sqrt{100} = 10\,\Omega .$$

$$\cos\varphi_3 = \frac{r_3}{Z_3} = \frac{8}{10} = 0{,}8$$

$$I_{f3} = \frac{U_f}{Z_3} = \frac{220}{10} = 22A$$

d) Puterea totală consumată în circuit este:

$$P = P_{f2} + P_{f2} + P_{f3} = 5808 + 2904 + 3872 = 12584 \text{ W} = 12{,}6 \text{ kW}$$

Printr-un procedeu similar se determină puterile aparentă și reactivă.

DISTANȚE MINIME ÎNTRE ELEMENTELE INSTALAȚIEI ELECTRICE ȘI DE LA ACESTEA PÂNĂ LA ELEMENTELE ALTOR INSTALAȚII SAU ELEMENTE DE CONSTRUCȚIE

Elementul de la care se măsoară distanța	DISTANȚE MINIME, cm									
	Conducte, bare, tuburi (ale aceluiași circuit sau din circuite diferite)		Conducte sau instalații cu fluide incombustibile				Conducte sau instalații cu fluide combustibile		Elemente de construcție	
			reci T < +40°C		calde T > +40°C					
	trasee paralele	intersecții	trasee paralele	intersecții	trasee paralele	intersecții	trasee paralele	intersecții	incombustibile	combustibile
Conductoare neizolate, montate pe izolatoare, pe pereți, la interior	10	10	10	10	10	10	100	100	10	20
Conductoare izolate, montate pe izolatoare, pe pereți, la interior	5	5	5	5	200	150	50	50	5	10
Bare electrice montate pe izolatoare	5	5	5	5	5	5	50	50	5	10

Elementul de la care se măsoară distanța	DISTANȚE MINIME, cm									
	Conducte, bare, tuburi (ale aceluiași circuit sau din circuite diferite)		Conducte sau instalații cu fluide incombustibile				Conducte sau instalații cu fluide combustibile		Elemente de construcție	
			reci T< +40°C		calde T> +40°C					
	trasee paralele	intersecții	trasee paralele	intersecții	trasee paralele	intersecții	trasee paralele	intersecții	incombustibile	combustibile
Tuburi și țevi de protecție montate:										
- aparent, in ghene	0	0	5	3	100	50	10	5	0	tub met. 0
- inglobate sub tencuială etc.	0	0	5	3	20	5	10	5	0	tub PVC 3
Conducte cu izolație și manta montate:										
- aparent	0	0	5	3	100	50	10	5	0	3
- sub tencuială	0	0	5	3	20	5	10	5	0	3
Cabluri: conform normativului PE 107										

1. Distanțele minime se măsoară de la suprafețele exterioare ale conductelor, barelor, tuburilor, duzelor.

2. Distanțele față de conducte și alte elemente ale protecției la trăsnet se stabilesc conform normativului I.20.

3. Pentru construcții din categoriile A sau B de pericol de incendiu, distanțele se stabilesc conform normelor specifice.

4. Pentru conductele electrice montate pe izolatoare, pe pereți, la exterior, distanțele față de elementele din coloanele 2 ... 7 ale tabelului, sunt de minimum 15 cm., iar față de alte elemente de pe traseu distanțele se stabilesc conform art. 4.34 din I-7-91.

SECȚIUNI MINIME ADMISIBILE LA CONDUCTOARELE MONTATE ÎN EXTERIOR, PE PEREȚII CLĂDIRILOR

Nr. crt.	Destinația conductoarelor	Secțiuni, mm^2	
		cupru	aluminiu
1	Pentru instalare pe pereți, pe izolatoare la distanța de maximum 4 m între suporturi	4	10
2	Pentru interiorul corpului de iluminat montat pe perete	1	

Observatie: Utilizarea conductoarelor unifilare montate pe pereții exteriori ai clădirilor este admisă cu condiția ca secțiunea pentru conductoarele din cupru să fie de cel mult $10 mm^2$, iar a celor din aluminiu de $16 mm^2$.

SECȚIUNILE MINIME ADMISE PENTRU CONDUCTOARELE UTILIZATE IN INSTALAȚIILE ELECTRICE DIN INTERIORUL CLĂDIRILOR

Nr. crt.	Destinația conductoarelor	Secțiuni minime ale conductoarelor, mm^2	
		cupru	aluminiu
0	1	2	3
1	Pentru interiorul corpurilor de iluminat:		
	- conductoare multifilare:	0,50	-
	- conductoare unifilare	0,75	-
2	Pentru un singur corp de iluminat, conductorul de fază	1	2,5
3	Pentru o singură priză, conductorul de fază	1,5	2,5
4	Pentru circuite de lumină, conductorul de fază	1,5	2,5
5	Pentru circuite de priză, conductorul de fază	2,5	4
6	Pentru circuitul mașinii de spălat în locuințe, conductorul de fază	2,5	4
7	Pentru circuite primare ce alimentează firmele cu lămpi cu descărcări în gaze	2,5	4
8	Pentru circuite de forță, conductorul de fază	1,5	2,5
9	Pentru circuite monofazate, conductorul de nul de lucru va avea aceeași secțiune ca și conductorul de fază	-	-
10	Pentru circuitele de lumină trifazate cu patru conductoare, până la o secțiune de $16 mm^2$ a conductoarelor de fază, secțiunea conductorului de nul va fi egală cu aceea a conductoarelor de fază	-	-
11	Pentru circuite de lumină trifazate cu patru conductoare, conductorul de nul de lucru pentru secțiuni ale conductorului de fază de:		
	-25 mm^2	16	16
	-35 mm^2	16	16
	-50 mm^2	25	25
	-70 mm^2	35	35
	-95 mm^2	50	50

Nr. crt.	Destinaţia conductoarelor	Secţiuni minime ale conductoarelor, mm^2	
		cupru	aluminiu
11	- 120 mm^2	70	70
	- 150 mm^2	70	70
	- 185 mm^2	95	95
	- 240 mm^2	120	120
	- 300 mm^2	150	150
	- 400 mm^2	185	185
12	Pentru coloane din clădiri de locuit, conductorul de protecţie:		
	- la coloane colective	6 (sau 100 mm^2 OL)	-
	- la coloane individuale	4	-
13	Pentru circuite din apartamente, conductorul de protecţie	2.5	-
14	Pentru coloane, între tabloul principal şi tabloul secundar, se va determina prin calcul, dar minimum	2.5	4
15	Pentru conductoare de legătură între contoar şi tabloul de distribuţie al instalaţiei interioare din locuinţe se va determina prin calcul, dar minimum	6	6
16	Pentru conductoare de legătură din interiorul tablourilor electrice:		
	- legături lipite	0.5	-
	- legături cu cleme sau la borne	0.75	2.5
17	Pentru circuite secundare ale transformatoarelor de curent pentru măsură	2.5	-
18	Pentru cordoane de alimentare ale receptoarelor mobile sau portabile secţiunea conductorului de fază va fi pentru un curent nominal al aparatului:		
	- până la 2 A	0.50	-
	- până la 6 A	0.75	-
	- peste 6 A până la 10 A	1.0	-
	- peste 10 A până la 16 A	1.5	-
	- peste 16 A până la 25 A	2.5	-
	- peste 25 A până la 32 A	4	-
	- peste 32 A până la 40 A	6	-
	- peste 40 A până la 63 A	10	-

Nr. crt.	Destinația conductoarelor	Secțiuni minime ale conductoarelor, mm^2	
		cupru	aluminiu
19	Pentru cordoane de alimentare ale corpurilor de iluminat portabile secțiunea conductorului de fază va fi pentru un consum de curent al aparatului:		
	- până la 4 A	0,5	-
	- peste 4 A până la 10 A	0,75	-
20	Pentru instalații de automatizare, măsură și control destinate unor receptoare sau instalații importante	1	-
21	Pentru legături electrice de automatizare măsură și control între aparatele montate într-un echipament și pentru legăturile dintre aceste aparate și conectări	0,5	

ANEXA 4

CURENȚI MAXIMI ADMISIBILI ÎN REGIM PERMANENT LA CONDUCTOARELE NEIZOLATE, LIBERE ÎN AER

Temperatura mediului ambiant: +25°C

Temperatura maximă admisă pe conductor: 70°C

Secțiunea nominală a conductoarelor, mm²	Intensitățile curenților, A						
	Cupru	Aluminiu		Oțel-Aluminiu		Oțel	
	Felul montajului						
	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Interior
1	2	3	4	5	6	7	8
6	70	50	-	-	-	-	-
10	95	80	75	60	80	50	-
16	130	100	105	75	105	75	45
25	180	140	135	105	130	100	60
35	220	170	170	130	175	135	75
50	270	215	215	165	210	165	90
70	340	270	265	210	265	210	125
95	415	335	320	255	330	260	140

Secțiunea nominală a conductoarelor, mm^2	Intensitățile curenților, A						
	Cupru	Aluminiu		Oțel-Aluminiu		Oțel	
	Felul montajului						
	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Interior
1	2	3	4	5	6	7	8
120	485	393	375	300	380	305	-
150	570	465	440	355	445	365	-
185	640	530	500	410	510	425	-
240	760	635	590	490	610	505	-
300	880	740	680	570	690	585	-
400	1050	893	815	690	835	715	-
500	-	-	980	820	-	-	-
600	-	-	1070	930	-	-	-

ANEXA 5

CURENȚI MAXIMI ADMISIBILI ÎN REGIM PERMANENT LA CONDUCTOARELE IZOLATE

Temperatura mediului ambiant: +25oC

Temperatura maximă admisă pe conductor: +70oC. la izolație de PVC

+60oC. la izolație de cauciuc

Secțiunea nominală a conductoarelor, mm²	Intensitățile curenților, A									
	Conductoare de cupru cu izolație de PVC sau de cauciuc FY, FcTi					Conductoare de aluminiu cu izolație de PVC sau cauciuc AFY				
	Montate în tub. Numărul conductoarelor în tub				Libere în aer	Montate în tub. Numărul conductelor în tub				Libere în aer
	2	3	4	5,6	-	2	3	4	5,6	-
1	14	12	11	10	20	-	-	-	-	-
1,5	17	14	13	11	25	-	-	-	-	-
2,5	24	20	18	16	34	18	16	15	13	27
4	31	26	24	21	45	23	20	18	16	35
6	40	34	31	27	57	30	27	25	21	45
10	55	49	45	39	78	41	36	33	29	61
16	73	64	58	51	104	55	47	43	38	82
25	100	84	76	67	137	74	66	60	53	107
35	125	108	98	87	168	95	83	76	65	132
50	150	135	123	109	210	118	103	94	82	165
70	200	171	156	137	260	155	131	119	104	205
95	241	218	198	174	310	187	166	151	133	245
120	272	250	228	196	365	217	191	174	153	285
150	310	280	255	224	415	238	214	195	171	330
185	-	-	-	-	475	-	-	-	-	375
240	-	-	-	-	560	-	-	-	-	440
300	-	-	-	-	645	-	-	-	-	510
400	-	-	-	-	750	-	-	-	-	605

OBSERVAȚII: 1. Intensitățile curenților pentru trei conductoare în tub sunt valabile și pentru circuite trifazate (echilibrate sau nu) cu patru sau cinci conductoare (3F+N, 3F+N+PE).

2. Pentru conducte punte cu două conductoare, respectiv trei conductoare, se folosesc valorile intensităților de curent date pentru două conducte, respectiv trei conducte în tub

ANEXA 6

CURENȚI MAXIMI ADMISIBILI ÎN REGIM PERMANENT LA CONDUCTOARE DIN CUPRU CU IZOLAȚIE ȘI MANTA DE PVC SAU CAUCIUC, ÎN EXECUȚIE UȘOARĂ, MEDIE SAU GREA, PENTRU INSTALAȚII ELECTRICE MOBILE, MONTATE ÎN AER

Temperatura mediului ambiant : + 25 °C

Secțiunea nominală a conductoarelor, mm²	Intensitățile curenților, A		
	Numărul de conductoare		
0	1	2	3
0.5	-	12	-
0.75	-	16	14
1.0	-	18	16
1.5	-	23	20
2.5	40	33	28
4	50	43	36
6	65	55	45
10	90	75	60
16	120	95	80
25	160	125	105
35	190	150	130
50	235	185	160
70	290	235	200

ANEXA 7

COEFICIENȚII DE CORECȚIE A CURENȚILOR MAXIMI ADMISIBILI ÎN CONDUCTOARE, ÎN FUNCȚIE DE TEMPERATURA MEDIULUI AMBIANT

Temperatura mediului ambiant, °C	Coeficienții de corecție	
	Temperatura admisă pe conductor	
	Conductoare cu izolație de cauciuc +60°C	Conductoare neizolate și conductoare cu izolație de PVC +70°C
+ 5	1.250	1.200
+ 10	1.195	1.156
+ 15	1.135	1.110
+ 20	1.070	1.053
+ 25	1.0	1.0
+ 30	0.926	0.943
+ 35	0.845	0.884
+ 40	0.757	0.818
+ 45	0.655	0.746
+ 50	0.535	0.667
+ 55	-	0.577
+ 60	-	0.471

ANEXA 8

DIAMETRE INTERIOARE SI EXTERIOARE ALE TUBURILOR ȘI ȚEVILOR FOLOSITE ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE

1	Tub IPEY STAS 6990	Diametrul interior, mm	9,7	13,4		16,8		21,8	28,1	35,5	45,2	58,2			
		Diametrul exterior (nominal), mm	12,0	16,0		20,0		25,0	32,0	40,0	50,0	63,0			
2	Țeava PVC tip1(PVC-U)	Diametrul interior, mm									46,4		59,4	71,4	86,4
	STAS 6675	Diametrul exterior (nominal), mm									50,0		63,0	75,0	90,0

3	Tub PEL	Diametrul interior (nominal), mm	-	12,7	16,1	17,9	20,0	-	25,5	34,2	44,0	51,0	55,8	-	-
	STAS 7933	Diametrul exterior, mm	-	15,2	18,6	20,4	22,3	-	28,3	37,0	47,0	54,0	59,3	-	-
4	Țeavă de oțel sudată longitudinal pentru instalații tip mediu	Diametrul interior (nominal), mm	-	3/8	1/2	-	-	3/4	1	1 1/4	1 1/2	-	2	2 1/2	3
	STAS 7656	Diametrul exterior, mm		12,5	16	-	-	21,6	27,2	35,7	41,8	-	53	68,8	79,8
5	Tub IPFY	Diametrul interior, mm		11,5	14,3	16,7	19,5	23	29	32	36	48	60	-	
	STAS 10709	Diametrul exterior, mm	-	15,5	18,5	21	24	28	34	38	42	54	67	-	

ANEXA 9

GRADUL DE PROTECȚIE (IP) MINIM ADMIS ÎN FUNCȚIE DE CATEGORIA ÎN CARE SE ÎNCADREAZĂ ÎNCAPEREA, SPAȚIUL SAU LOCUL

Categoria încaperii, spațiului, locului [1,2,3]	U_0	U_1	U_2	U_3	PI	PC	M	C	EE	EI în exterior
Gradul de protecție minim admis [4]	IPX0	IPX0	IPX3	IPX4	IP4X	IP4X	IPXX2	IP2X	IP00	IPW33X

Legendă: IP (International protection) - gradul de protecție conform STAS 5325.

Cifrele de la 0 (zero) la 4 și litera W au semnificațiile din STAS 5325.

Litera X este literă care se înlocuiește cu cifra corespunzatoare categoriei din care face parte încăperea respectivă conform STAS 5325.

Observații: 1. În încăperi din categoria K de mediu gradul de protecție se alege prin asimilare corespunzator categoriilor U_2 sau U_3 de mediu, în funcție de caracteristicile degajărilor, în cazul respectiv luându-se măsuri de protecție împotriva coroziunii.

2. În încăperile din categoria CE de mediu gradul de protecție se alege în corelație cu măsurile de protecție împotriva electrocutării, aplicate conform prevederilor din I7-91.

3. În cazul corpurilor de iluminat, la alegerea gradului de protecție se respectă și condițiile din STAS 2614.

4. La alegerea gradului de protecție minim admis trebuie respectate și prevederile din I7-91.

DISTANȚE ÎNTRE CONDUCTELE ELECTRICE ȘI ELEMENTELE DE PE TRASEU

Elementele față de care se măsoară distanța minimă	Distanțe minime, m			
	conductoare neizolate		conductoare izolate	
	pe verticală	pe orizontală	pe verticală	pe orizontală
Sol	6,0	-	3,0	-
Acoperișuri circulabile, terase, balcoane	3,0	1,75	3,0	1,0
Uși, ferestre	3,0	1,5	0,3	0,3
Elemente ale instalațiilor și utilajelor cu manipulare sau întreținere frecventă	3,0	1,75	1,2	1,0
Elemente ale instalațiilor sau utilajelor fără manipulare sau întreținere frecventă	2,75	1,50	1,0	0,8
Depozite de materiale combustibile	conform normativului PE 106			

ANEXA 11

DISTANȚA ÎNTRE PUNCTELE DE FIXARE PE PORȚIUNILE DREPTE ALE TRASEULUI TUBURILOR ȘI ȚEVILOR

Tipul tubului, țevii	Distanța între punctele de fixare, m		
	Montaj aparent		Montaj îngropat
	pe orizontală	pe verticală	
Tub din material plastic	0,6 ... 0,8	0,7 ... 0,9	0,9 ... 1,1
Tub metalic	1,0 ... 1,3	1,2 ... 1,6	1,4 ... 2,0
Țeavă din material plastic	1,5 ... 3,0	1,5 ... 3,0	2,0 ... 4,0
Țeavă metalică			

ANEXA 12

CERERE TIP

FILIALA DE REȚELE ELECTRICE .... DATA ....

Înscris pentru:

- autorizație nouă (candidat nou)
- mărire grad autorizație
- definitivarea autorizației posedate
- reexaminarea dispusă

(se șterg pozițiile necorespunzătoare)

DOMNULE PREȘEDINTE [x]

Subsemnatul (a) .... cu domiciliul stabil în localitatea .... județul .... strada .... nr. .... bloc .... sc. .... et. .... ap. .... rog a aproba înscrierea mea la examenul pentru obținerea calității de electrician autorizat, sesiunea .... în vederea obținerii autorizației de gradul ....

Posed autorizația nr. .... / 199 ..... provizorie, de gradul ...., eliberată de .... , cu o vechime de .... ani în sectorul electroenergetic, din care .... ani în sectorul electroenergetic, din care .... ani în instalații de joasă, medie, înaltă tensiune (............kV)

Sunt încadrat ca ....

Semnătura ....

Nr. telefon acasă ....

Nr. telefon serviciu ....

[x] Domnului președinte al comisiei de examinare pentru obținerea calității de electrician autorizat

Sesiunea .... Candidat [x)] ....

FIŞĂ INDIVIDUALĂ

1. Numele și prenumele ....
2. Data și locul nașterii ....
3. Locul de muncă ....
4. Posed autorizația nr. ..../199..... provizorie/definitivă pentru gradul ....
5. Solicit autorizație de gradul ....
6. Pregătirea profesională (studii practică, etc.) ....

....

....

....

7. Enumerarea principalelor ocupații și a lucrărilor mai deosebite de instalații electrice proiectate, executate sau exploatate (cu indicația tensiunilor instalațiilor)

....

....

....

....

Se vor anexa:

- copie după actul de studii;
- dovezi vechime în sectorul electroenergetic (cu indicarea tensiunii instalațiilor proiectate, executate sau exploatate pentru autorizația de gr. III-IV).

Data .... 199 ....

Semnătura ....

B.I. seria .... nr. ....

Eliberat de .... sub nr. ....

La data de .... 199 ....

Dosar nr. ....

[x)] Nou, definitivare autorizație, mărirea gradului autorizației, reexaminare dispusă de ....

ANEXA 14

DECLARAȚIA CANDIDATULUI

DECLARAȚIE

Subsemnatul .... posesor al B.I. seria .... nr. .... eliberat de .... la data de .... domiciliat în .... prin prezenta declar, pe proprie răspundere, că cunosc procedurile acestor normative, prescripțiilor, regulamentelor și dispozițiilor în vigoare privind proiectarea, conducerea, supravegherea, executarea sau verificarea lucrărilor de instalații electrice și normele de securitate a muncii în instalațiile electrice și mă oblig a le respecta și aplica întocmai.

Semnătura, ...

Data .... 199.......

ANEXA 15

SCHIȚE DE AMPLASAMENT PENTRU INSTALAȚII PROIECTATE ȘI EXECUTATE DE INSTALATORI AUTORIZAȚI

Se prezintă alăturat câteva scheme electrice (releveu) și schițe de amplasament pentru instalații proiectate și executate de electricieni instalatori autorizați, în forma în care acestea se prezintă la întreprinderile furnizoare de energie electrică, și anume:

a) Instalație nouă într-un apartament

b) Mărire de instalație

c) Separație de instalație

a) INSTALAȚIE NOUĂ ÎNTR-UN APARTAMENT

Temă de proiectare

1. Apartamentul are opt încăperi, după cum urmează: o cameră de zi, un dormitor, o bucătărie, o baie, o cămară, o cameră de trecere și un oficiu.

2. Iluminatul din încăperi se face cu lămpi electrice cu incandescență și vor cuprinde 18 locuri, din care două în exterior, la intrarea principală și la intrarea în bucătărie.

b) MĂRIRE DE INSTALAȚIE

Temă de proiectare

1. La o instalație electrică existentă trifazată se va adăuga instalația electrică dintr-un dormitor și un antreu nou construite.

2. Instalația se va realiza monofazic din tabloul general și va cuprinde trei locuri de lampă și două locuri de prize.

c) SEPARAȚIE DE INSTALAȚIE

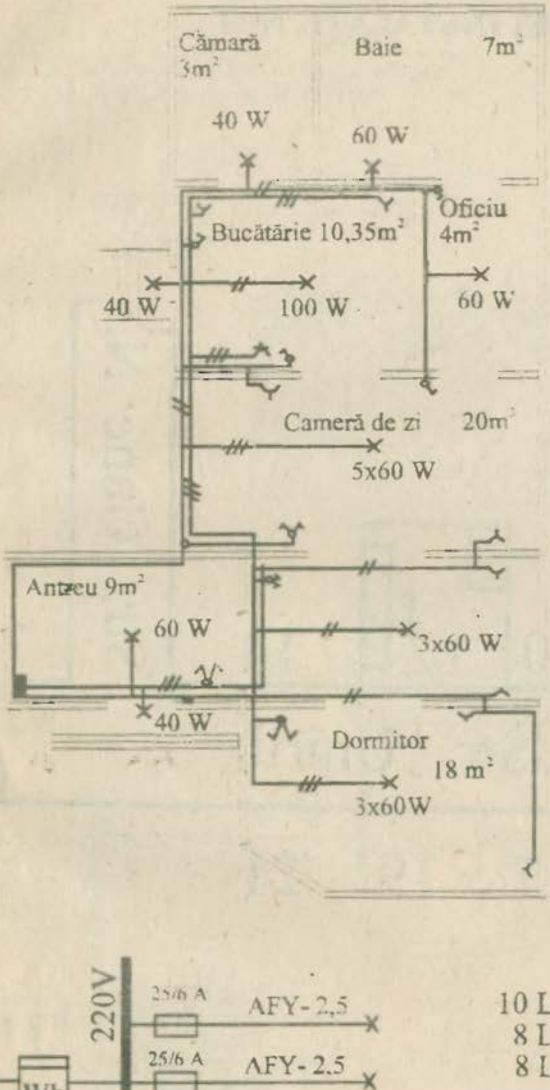
Teamă de proiectare

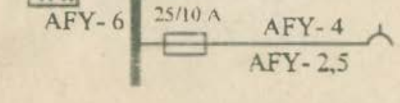
1. Dintr-o instalație electrică existentă se separă trei încăperi (un dormitor, o baie și un antreu), care vor avea alimentarea și măsurarea complet separate.

2. Pentru iluminat se prevăd șase locuri de lampă.

3. Se prevăd două locuri de priză.

INSTALAȚIE NOUĂ ÎNTR-UN APARTAMENT

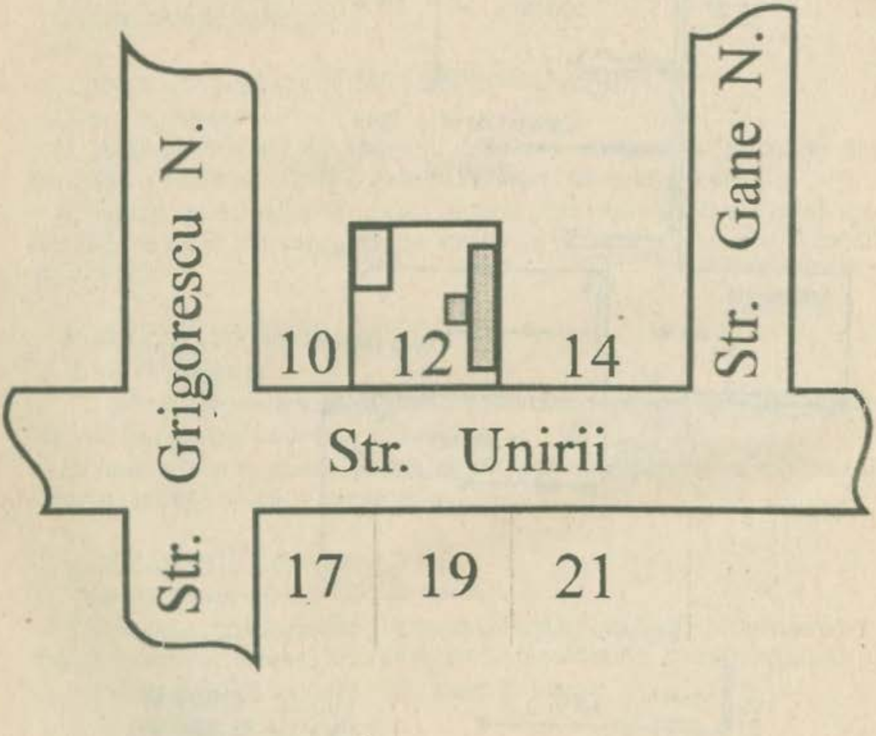




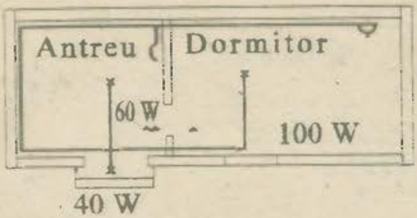
10 LL - 600 W
8 LL - 460 W
8 LP - 800 W

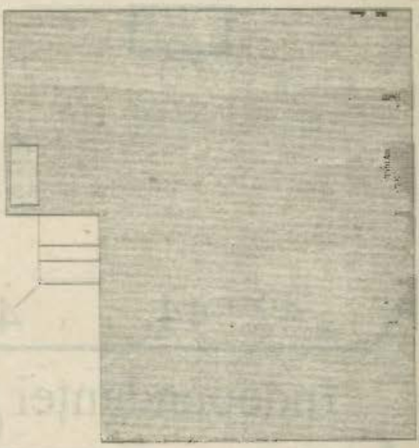
Total =1860 W

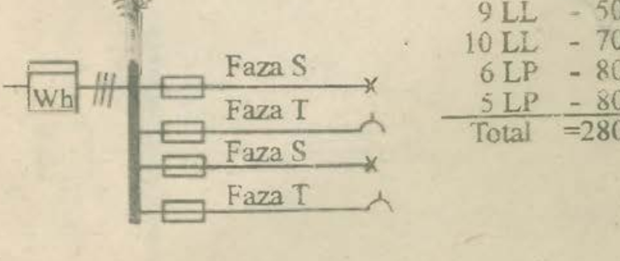
SCHIȚĂ DE AMPLASAMENT
A UNEI INSTALAȚII NOI



MĂRIRE DE INSTALAȚIE





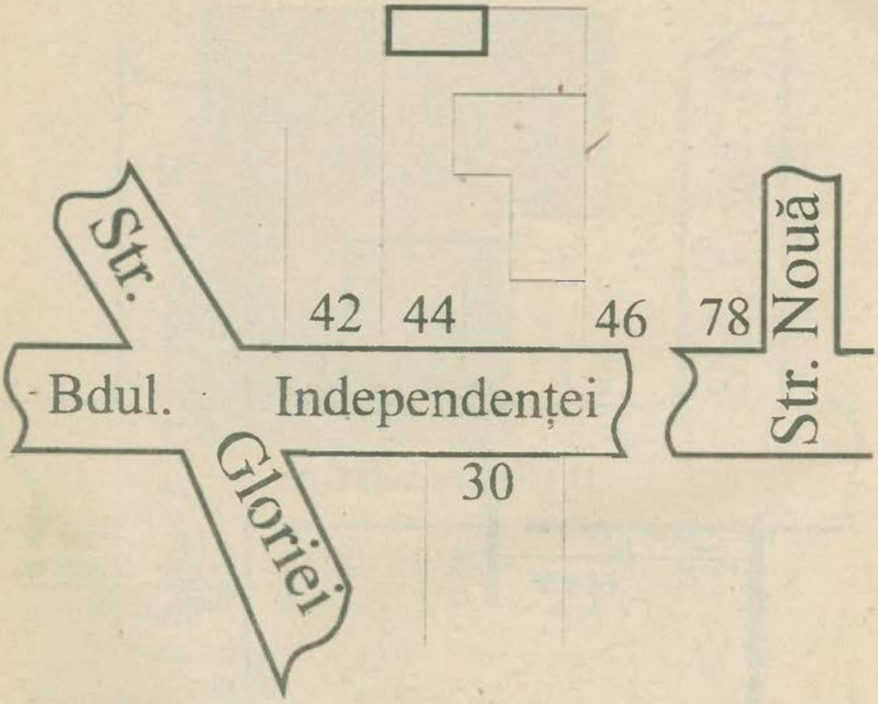


3 LL - 200 W
2 LP - 600 W
Total = 10

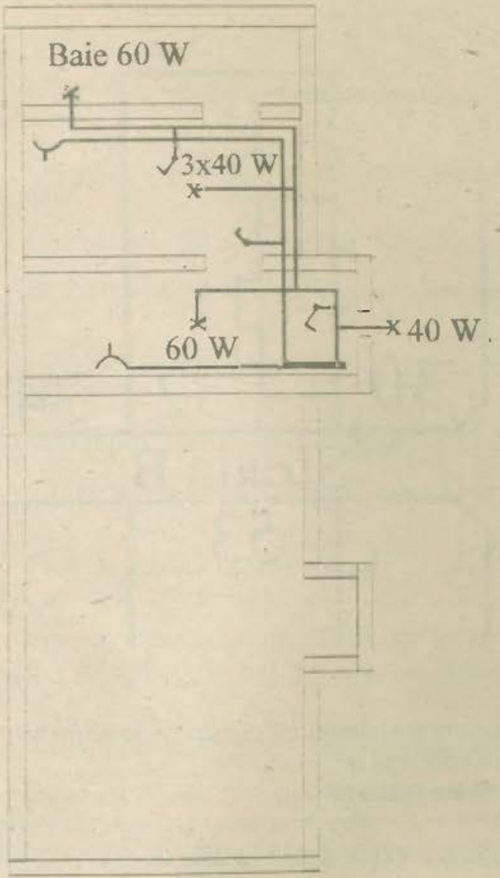
9 LL - 500 W
10 LL - 700 W
6 LP - 800 W
5 LP - 800 W
Total =2800 W

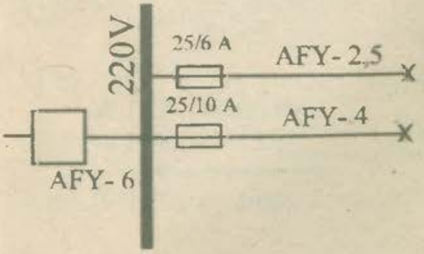
Total general
3800 W

SCHIȚĂ DE AMPLASAMENT PENTRU MĂRIRE DE INSTALAȚIE



Separație de instalație

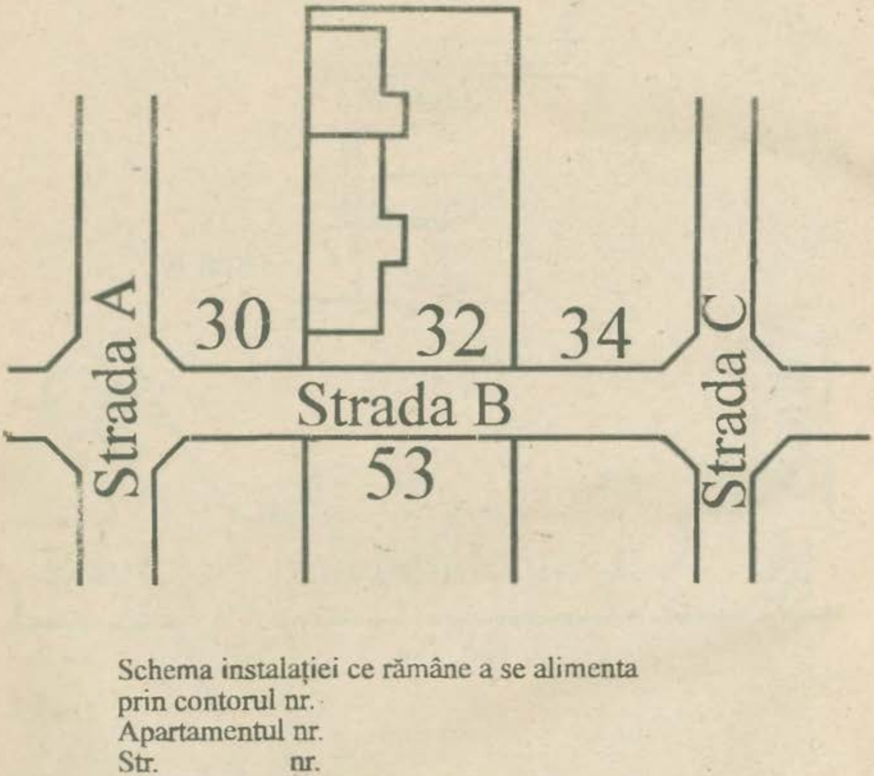




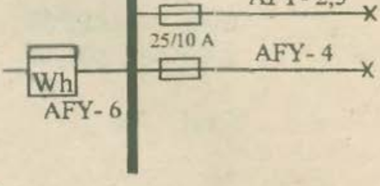
6 LL - 280 W
2 LP - 800 W

Total =1

SCHIȚĂ DE AMPLASAMENT
PENTRU SEPARAȚIE DE INSTALAȚIE



Schema instalației ce rămâne a se alimenta
prin contorul nr.
Apartamentul nr.
Str. nr.
(Vezi separația cerută la data de ...)



9 LL - 650 W
5 LP - 800 W

Total =1080 W

ANEXA 16

PRINCIPALELE PRESCRIPȚII TEHNICE LEGATE DE PROIECTAREA ȘI EXECUȚIA INSTALAȚIILOR ELECTRICE

STANDARDE

STAS 234	- Branșamente electrice. Condiții generale de proiectare și execuție
STAS 298/1	- Cabluri și indicatoare de securitate. Condiții tehnice generale
STAS 391/1	- Bare rotunde din cupru. Condiții tehnice de calitate
STAS 392/1	- Bare dreptunghiulare din cupru. Condiții tehnice de calitate
STAS 452/1	- Siguranțe cu filet tip D. Condiții tehnice generale de calitate (M-SR2/83)
STAS 452/2	- Siguranțe tip cu filet. Socluri. Forme și dimensiuni.
STAS 526	- Conducte din cupru cu izolație de cauciuc, până la 750V
STAS 551	- Piese de fixare a tuburilor pentru instalații electrice. Bride metalice. Dimensiuni
STAS 553/2	- Aparate de comutație până la 1000 V curent alternativ (1200 V cu curent continuu) și până la 4000 A. Condiții tehnice
STAS 625	- Mașini electrice rotative. Grade normale de protecție
STAS 665	- Izolatoare de susținere tip N din porțelan, pentru linii aeriene de energie electrică până la 1 kV inclusiv. Dimensiuni
STAS 881	- Mașini electrice asincrone trifazate de la 0,06 la 200kW. Puteri, tensiuni și turații nominale.
STAS 930	- Rețele electrice. Tensiuni nominale și abateri admisibile
STAS 1237	- Cabluri electrice pentru ascensoare
STAS 2339/1	- Bare rotunde din aluminiu. Condiții de calitate

STAS 2425	- Întrerupătoare și comutatoare cu pârghie până la 660V curent alternaiv, 440 V curent continuu și până la 1000 A. Condiții tehnice de calitate
STAS 2612	- Protecția împotriva electrocutărilor. Limite admise
STAS 2614	- Aparate electrice pentru uz casnic și scopuri similare. Condiții tehnice generale de securitate
STAS 2849/1..7	- Iluminat. Terminologie
STAS 2873/1	- Sârme și bare dreptunghiulare din cupru pentru electrotehnică
STAS 3000/1,2	- Conductoare de oțel - aluminiu neizolate, pentru linii aeriene de energie electrică
STAS 3009	- Lămpi electrice cu incandescență de format normal. Tensiuni și puteri nominale
STAS 3032	- Conductoare de aluminiu neizolate pentru linii aeriene de energie electrică
STAS 3184	- Prize, fișe și cuple pentru instalații electrice până la 380V curent alternativ și până la 250V curent continuu și până la 25A. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 3185	- Întrerupătoare pentru instalații electrice, casnice și similare. Condiții tehnice generale de calitate.
STAS 3322/1,2	- Bare dreptunghiulare din aluminiu. Condiții tehnice de calitate
STAS 3734/71	- Linii aeriene de energie electrică. Conductoare de oțel zincate
STAS 4037	- Conducte de conexiuni pentru telecomunicații. Condiții tehnice generale
STAS 4130	- Sârmă rotundă din cupru pentru electrotehnică. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 4173/1	- Siguranțe fuzibile de joasă tensiune, cu mare putere de rupere, pentru scopuri industriale și analoage. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 4264	- Aparataj electric de joasă tensiune. Sonerii și buzere electrice. Condiții tehnice speciale de calitate

STAS 4479	- Contactoare și ruptoare de joasă tensiune. Condiții tehnice speciale de calitate
STAS 4480	- Întrerupătoare automate de joasă tensiune pentru uz general. Condiții tehnice speciale de calitate.
STAS 4481/1,2	- Cabluri de energie cu izolație de hârtie impregnată în manta de plumb. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 4641/1	- Prize și fișe de tip industrial până la 750 V și până la 200 A. Condiții tehnice generale de calitate.
STAS 4861/1	- Mașini electrice rotative. Terminologie generală
STAS 4861/3	- Mașini electrice rotative. Mărimi caracteristice. Terminologie
STAS 4936	- Marcarea barelor și baretelor colectoare pentru centrale și stații electrice de conexiune și transformare
STAS 4957	- Ascensoare electrice. Clasificare și terminologie
STAS 5325	- Grade normale de protecție asigurate prin carcase.Clasificare și metode de verificare
STAS 5414	- Întrerupătoare și comutatoare rotative până la 100 A și până la 660 V curent alternativ și 400 curent continuu. Condiții tehnice speciale
STAS 5647	- Conducte din cupru cu izolație de cauciuc pentru 3 kV și 6 kV
STAS 5680	- Transformatoare, autotransformatoare, regulatoare de inducție, transformatoare de măsură și traductoare. Grade de protecție asigurate prin carcase
STAS 6115/1,3	- Lămpi electrice cu incandescență pentru iluminat general
STAS 6646/1	- Iluminatul artificial. Condiții generale pentru iluminatul în construcții civile și industriale
STAS 6646/2	- Iluminatul artificial. Condiții speciale pentru iluminatul în industrie
STAS 6646/3	- Iluminatul artificial. Condiții speciale pentru iluminatul în clădiri social-culturale

STAS 6824	- Lămpi fluorescente tubulare pentru iluminatul general. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 6864	- Conducte punte cu izolație de PVC pentru instalații electrice fixe
STAS 6865	- Conducte cu izolație de PVC pentru instalații electrice fixe
STAS 6968/1	- Motoare asincrone cu inele pentru instalațiile de ridicat și transportat. Condiții tehnice speciale.
STAS 6990	- Tuburi pentru instalații electrice, din policlorură de vinil, neplastificată
STAS 7083	- Condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere la instalațiile electrice de curent alternativ. Condiții generale
STAS 7290	- Lămpi electrice cu descărcări în gaze. Clasificare și terminologie
STAS 7350/1	- Cordoane cu izolație de PVC. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 7350/2	- Cordoane cu izolație de PVC. Cordoane în execuție ușoară. Condiții tehnice speciale de calitate
STAS 7350/3	- Cordoane cu izolație de PVC. Cordoane în execuție mijlocie. Condiții tehnice speciale de calitate
STAS 7615	- Transformatoare mici de siguranță. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 7656	- Țevi din oțel sudate longitudinal pentru instalații
STAS 7804	- Tablou electric pentru locuințe de apartament. Condiții tehnice generale
STAS 7832/1	- Lămpi cu vapori de mercur de înaltă presiune. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 7933	- Tuburi de protecție (PEL) cu manșoane
STAS 7944	- Bare conductoare de curent. Curenți maximi admisibili de durată. Prescripții
STAS 8114/1.2	- Corpuri de iluminat. Condiții tehnice generale

STAS 8275	- Protecția împotriva electrocutărilor. Terminologie
STAS 8666	- Întrerupătoare automate mici pentru protecția conductoarelor din instalațiile electrice de curent alternativ până la 415 V și 82 A
STAS 8778/1,2	- Cabluri de energie cu izolație și manta de PVC
STAS 8822	- Cabluri de energie flexibile și foarte flexibile, cu izolație și manta din PVC pentru tensiunile nominale de până la 750V
STAS 9192	- Culorile izolației de PVC a conductoarelor și cablurilor flexibile. Prescripții
STAS 9321	- Prefabricate electrice de joasă tensiune
STAS 9436/1	- Cabluri și conducte electrice. Clasificare și simbolizare
STAS 9637	- Instalații electrice ale clădirilor. Terminologie
STAS9954/1,2,3	- Instalații și echipamente electrice în zone cu pericol de explozie. Prescripții de proiectare și montare
STAS 10308	- Motoare asincrone monofazate. Condiții tehnice generale
STAS 10413/1	- Unelte electrice portabile. Condiții tehnice generale de securitate
STAS 10515	- Lămpi cu vapori de sodiu de înaltă presiune. Dimensiuni și parametri principali
STAS 10955	- Cabluri electrice. Calculul curentului admisibil în cabluri, în regim permanent. Prescripții
STAS 11054	- Aparate electrice și electronice. Clase de protecție contra electrocutării
STAS 11160/2	- Piese de îmbinare pentru tuburi izolante. Mufe drepte și curbe la 90C. Dimensiuni
STAS11237/2	- Echipament electromedical utilizat în vecinătatea pacientului. Condiții tehnice generale de securitate.Protecția împotriva electrocutării
STAS 11360/1	- Tuburi pentru instalații electrice. Clasificare și terminologie. Condiții tehnice generale

STAS 11549 - Corpuri de iluminat portabile de uz general. Condiții tehnice speciale

STAS 11971 - Corpuri de iluminat. Corpuri de iluminat de siguranță. Condiții tehnice speciale

STAS 12216 - Protecția împotriva electrocutării la echipamente electrice portabile. Prescripții

STAS 12217 - Protecția împotriva electrocutării la utilajele și echipamentele electrice mobile. Prescripții

STAS 12220/1 - Cabluri și cordoane cu izolație de cauciuc pentru instalații mobile. Cabluri flexibile și cordoane cu izolație de cauciuc. Condiții tehnice generale

STAS 12220/4 - Cordoane în manta de cauciuc, execuție ușoară. Condiții tehnice speciale

STAS 1222/5 - Cordoane în manta de cauciuc. Execuție medie. Condiții tehnice speciale

STAS 12220/6 - Cordoane în manta de cauciuc în execuție grea. Condiții tehnice speciale

STAS 12294 - Iluminat artificial. Iluminatul de siguranță în industrie

STAS 12604 - Protecția împotriva electrocutării. Prescripții generale

STAS 12604/4 - Protecția împotriva electrocutării prin atingere indirectă. Instalații electrice fixe. Prescripții generale

STAS 12604/3 - Protecția împotriva electrocutării prin atingere indirectă. Instalații electrice fixe. Prescripții de proiectare și de execuție

STAS 12993/11 - Instalații electrice interioare în construcție. Semne convenționale

NORMATIVE, INSTRUCȚIUNI, DECRETE

P 118 - Norme tehnice de proiectare și de realizare a construcțiilor privind protecția împotriva focului

PE 106 - Normativ pentru construcția liniilor electrice aeriene de joasă tensiune

PE 107	- Normativ pentru proiectarea și executarea rețelelor de cabluri electrice
PE 112	- Normativ pentru proiectarea instalațiilor de curent continuu din centrale și stații
PE 116	- Normativ de încercări și măsurători la echipamentele și instalațiile electrice
PE 120	- Instrucțiuni privind compensarea puterii reactive în rețelele electrice de distribuție și la consumatorii industriali și similari
PE 124/1985	- Normativ privind alimentarea cu energie electrică a consumatorilor industriali și similari
PE 134	- Normativ privind metodologia de calcul al curenților de scurtcircuit în rețelele electrice
PE 136	- Normativ republican privind folosirea rațională a energiei electrice la iluminatul artificial și în utilizările casnice
PE 142	- Normativ privind combaterea efectului de flicker în rețelele de distribuție
PE 143	- Normativ privind limitarea regimului deformant
PE 103	- Instrucțiuni pentru dimensionarea și verificarea instalațiilor electroenergetice la solicitări mecanice și termice in condiții de scurtcircuit
PE 936	- Instrucțiuni privind modul de autorizare a introducerii în proiecte, a montării și a utilizării receptoarelor electrotermice
ID 17	- Normativ pentru proiectarea, executarea, verificarea și recepționarea instalațiilor electrice în zone cu pericol de explozie
C 56	- Normativ pentru verificarea calității lucrărilor de construcții și a instalațiilor aferente